ŽVILGSNIS Į PASAULĮ



EVOLIUCIJA

Pažintis su gyvų organizmų pasauliu ir atradimais, kurie paaiškina gyvybės Žemėje begalinę įvairovę









LINDA GAMLIN



ŽVILGSNIS Į PASAULĮ

EVOLIUCIJA



alma littera
VILNIUS 2001



Hominido *Homo erectus* kaukolė



Sraigės ištiestais čiuopikliais



Uoliena, turinti kelių rūšių trilobitų suakmenėjusių liekanų

Ančiasnapis



Į žinduolį panašaus roplio *Procynosuchus* iškastiniai griaučiai

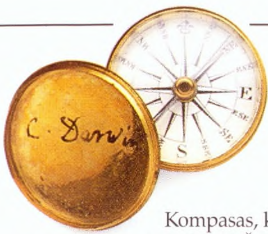


Dabartinio žmogaus kaukolė





Uoliena, susidedanti iš milijonų jūrinių kriauklių



Kompasas, kuriuo naudojosi Čarlsas Darvinas *Beagle* laive

ŽVILGSNIS Į PASAULĮ



Drugio sparnas iš Čarlso Darvino kolekcijos

EVOLIUCIJA

Tekstą parašė
LINDA GAMLIN








Varlytės




Pietų Amerikos drugys
Agrias claudina



Bitinis ofris



A DORLING KINDERSLEY BOOK

UDK 087.5:575.8
Ga 301



A DORLING KINDERSLEY BOOK
www.dk.com
Versta iš: DK Eyewitness Guides, EVOLUTION
Dorling Kindersley, London, 1993

PASTABA TĖVAMS IR MOKYTOJAMS

Žvilgsnis į pasaulį serijos leidiniai skatina vaikus stebėti juos supantį pasaulį bei apie jį klausinėti. Jis padės šeimos nariams atsakyti į klausimus apie įvairiausius reiškinius – nuo kasdienių, vykstančių namuose, iki kosmoso paslapčių. Šiose knygose pasiskaitę apie įvairius dalykus tėvai gali paskatinti vaikus kasdien skaityti ir daug sužinoti. Knygos yra naudingas šaltinis ir mokykloms. Mokytojams jos ypač pravers aiškinant įvairias daugelio sričių temas. Be to, jie galės panaudoti jose aprašytus eksperimentus mokyklinei veiklai bei projektams skatinti. **Žvilgsnis į pasaulį** serijos leidiniai naudingi ir kaip žinynai, suteikiantys daugybę informacijos apie mus supantį pasaulį.



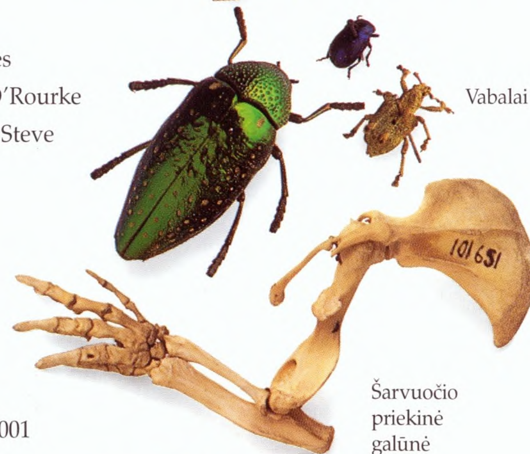
Arklio kojos delnakauliai ir pirštakauliai



XIX amžiaus mikroskopas

Vyriausioji redaktorė Josephine Buchanan
Vyriausiasis meninis redaktorius Thomas Keenes
Fotografijų konsultantės Deborah Pownall, Catherine O'Rourke
Specialioji fotografija Andy Crawford, Neil Fletcher, Steve Gorton, Dave King, Harry Taylor

Iš anglų kalbos vertė Audronė Tupikina
Redagavo Danutė Rimšienė
Kompiuteriu maketavo Ligita Plešanova

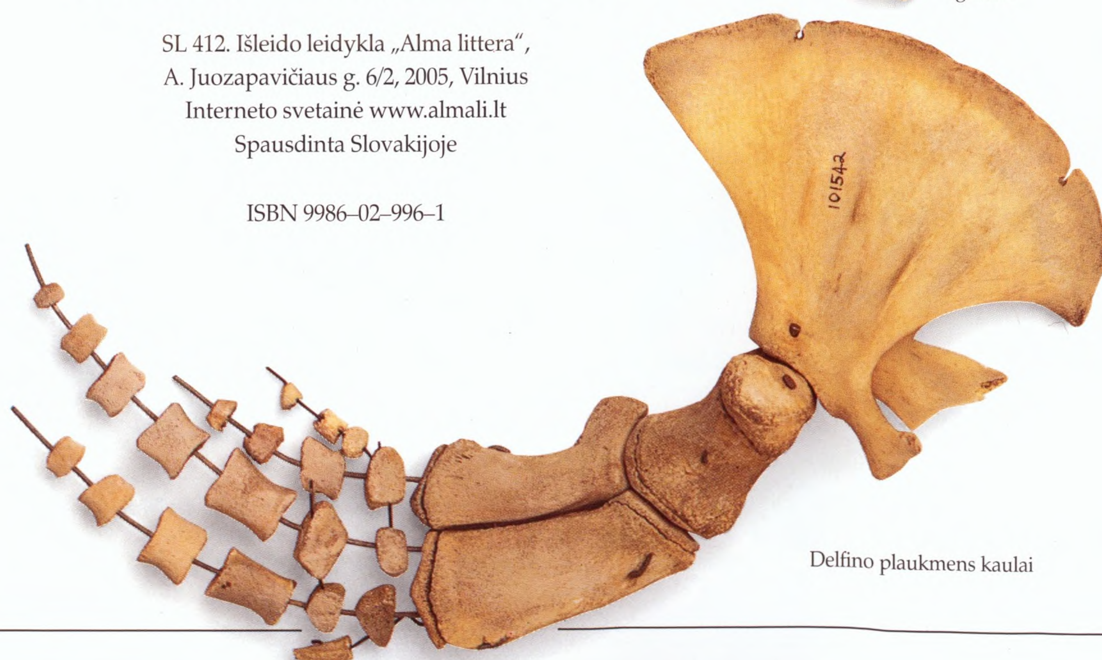


Vabalai

Šarvuočio priekinė galūnė

SL 412. Išleido leidykla „Alma littera",
A. Juozapavičiaus g. 6/2, 2005, Vilnius
Interneto svetainė www.almali.lt
Spausdinta Slovakijoje

ISBN 9986–02–996–1



Delfino plaukmens kaulai

Turinys


Blakių (Hemiptera) būrio vabzdžiai

Mitai apie pasaulio sukūrimą

IŠ KUR ATSIRADO ŽMOGUS? Kaip prasidėjo pasaulis? Iš kur ėmėsi augalai ir gyvūnai? Šie klausimai žmonėms rūpėjo tūkstančius metų. Įvairiausių atsakymų į juos randame tradiciniuose mituose. Vienuose iš jų kalbama apie vieną Dievą, kuris sutvėrė pasaulį ir viską jame, įskaitant žmogų. Kituose pasakojimuose yra daug dievų, kurių kiekvienas sukūrė skirtingus dalykus, o po to kovojo dėl teisės valdyti pasaulį. Tačiau ne visuose mituose pasaulis apibūdinamas kaip buvęs sukurtas. Kai kuriuose teigiama, kad pasaulis radosi iš nieko arba iš chaoso, be jokio kūrėjo. Pagal budistų tikėjimą, nebuvo jokios pradžios: Visatos raida susijusi su begaliniu būties ir nebūties ciklu. Visi pasakojimai yra labai skirtingi, tačiau neretai juose bandoma paaiškinti tam tikri dalykai apie gyvybę. Vienuose aiškinama, kodėl žmonės suserga ir miršta, arba kodėl esti diena ir naktis. Juose taip pat kartais aiškinami ir antraeiliai dalykai, pavyzdžiui, kodėl gyvatės neturi kojų. Tačiau dar svarbiau yra tas, kad šiuose mituose dažnai nurodomos normos arba gairės, kurių žmonės turėtų laikytis savo gyvenime. Juose kartais sakoma, kaip turėtų elgtis vyrai ir moterys arba kaip žmogus turėtų elgtis su gyvūnais ir augalais. Daugelio religijos tyrinėtojų nuomone, tai ne Žemės atsiradimo istorija, o vertingi pamokymai žmonėms.



PAČIOJE PRADŽIOJE
Šiose XVI amžiaus iliustracijose pavaizduotas Biblijos pasakojimas apie pasaulio sutvėrimą, kuriuo tiki žydai ir krikščionys. Yra dvi mito versijos, kurios abi išdėstytos pirmojoje Biblijos knygoje, kuri vadinama *Būties knyga.* Pirmojoje versijoje, kuri čia pavaizduota, vyras ir moteris sukuriami tuo pačiu metu šeštąją tvėrimo dieną. Antrojoje mito versijoje Dievas anksčiau už visas kitas gyvas būtybes sutveria Adomą, pirmąjį žmogų. Po to jis pasodina rojaus sodą ir sukuria visus gyvūnus, o pabaigoje sutveria Ievą, pirmąją moterį.



PASAULIO KŪRĖJAI
Japonų mite apie pasaulio sutvėrimą pasakojama, kad iš pradžių buvo aštuoni dievai. Kai du jauniausieji, Idzanagis ir Idzanamis, panardino į vandenyną dieviškąją ietį ir ją ištraukė, iš krintančių vandens lašų susidarė sala. Jie ten apsigyveno ir Idzanamis sukūrė visas Japonijos salas.



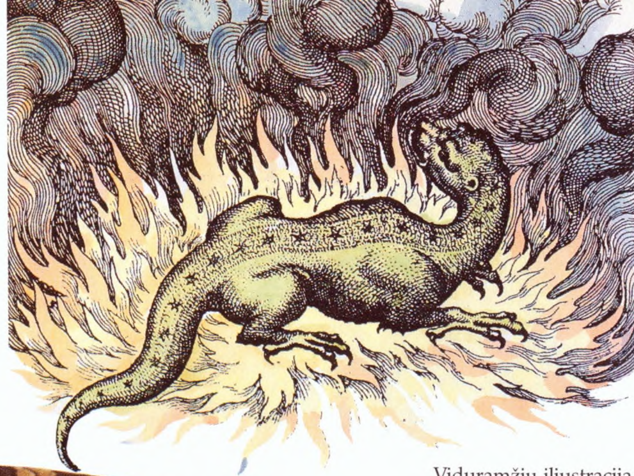
IŠSIRITĘ IŠ KIAUŠINIO
Šis kiaušinį laikančios dievybės su paukščio galva raižinys yra iš Ramiojo vandenyno Velykų salos. Šių salų mituose teigiama, kad pirmieji žmonės išsirito iš kiaušinių, kuriuos padėjo paukščiai. Kitose Ramiojo vandenyno salose sakoma, kad žmonės išsirito iš vėžlio kiaušinių arba atsirado iš akmens.





Už Tangaroa kūno kabinasi žmonės

ŽMONIJOS KŪRĖJAS
Ši Ramiojo vandenyno Rurutu saloje išdrožta dievo Tangaroa skulptūra aplipusi mažyčiais žmonėmis, kuriuos jis sukūrė. Tas pats dievas minimas ir kitų Ramiojo vandenyno salų mituose, tačiau kai kuriuose iš jų jis yra ne kūrėjas, o tik vienas iš daugelio dievų.



Viduramžių iliustracija, vaizduojanti iš liepsnų kylančią salamandrą

IŠ UGNIES
Be svarbiausių mitų apie pasaulio sutvėrimą, visais laikais dar buvo legendų, aiškinančių augalų ir gyvūnų atsiradimą. Europoje sakoma, kad salamandros gimė iš liepsnų. Salamandros iš tiesų slepiasi tarp drėgnų rąstų ir galbūt buvo pastebėtos sprunkančios iš degančių rąstų liepsnų.



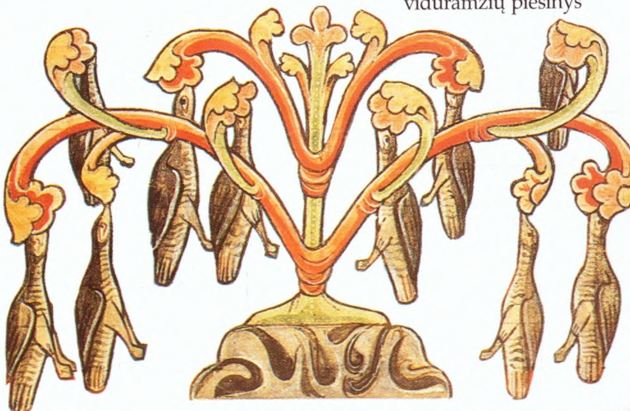
PASAULIO AIŠKINIMAS
Be kitų dalykų, Biblijos *Būties knygoje* aiškinama, kodėl gyvatės neturi kojų. Dievas uždraudė Adomui ir Ievai valgyti vaisių nuo gėrio ir blogio pažinimo medžio, tačiau gyvatė sugundė Ievą suvalgyti vaisių. Už bausmę gyvatei buvo pasakyta: „Ant pilvo šliaužiosi ir dulkes ėsi“.



Viduramžių medžio raižinys, vaizduojantis mandragorą

MIRTĮ LEMIANTIS ŠAUKSMAS
Europoje paplitusioje vienoje legendoje minimas augalas mandragora, kurios šaknys kartais būna panašios į žmogaus kūną. Pasak legendos, raunamos iš žemės šaknys šaukia ir nuo šio klyksmo miršta visi jį girdėję. Šis pagoniškas tikėjimas išliko ir krikščionybės laikais.

KINTANČIOS FORMOS
Ant plaukiančių rąstų dažnai galima pamatyti prisitvirtinusias jūrų antytes. Viduramžiais buvo manoma, kad jos auga ant medžių, o vėliau virsta antimis ir nuskrenda. Nuo XVI amžiaus pradėjus moksliškai tirti pasaulį tokiomis legendomis suabejota ir pamažu jų vietą užėmė kruopštus stebėjimas.



Medžio su antimis viduramžių piešinys



Jūrų antytės ant plaukiančio rąsto

Fosilijos ir prasimanymai



FĖJŲ MAISTAS
Pietų Anglijoje žmonės manė, kad suakmenėję širdiškieji jūrų ežiai, kaip šis, yra fėjų duonos kepaliukai ir laikė juos maisto podėliuose, kad šeima visada turėtų duonos.

FOSILIJOS YRA GYVŲ ORGANIZMŲ liekanos arba atspaudai, sukietėję uolienose. Žmonės randa fosilijų mažiausiai 30 000 metų amžiaus. Ledynmečio medžiotojai iš jų darė vėrinius ir tikriausiai jau tada gimė mintis, kad fosilijos turi magiškų savybių. Tikėjimas magiškomis fosilijų galiomis plačiai paplito visame pasaulyje. Kinai laikydavo mažų žuvelių fosilijas maisto sandėliuose, kad nubaidytų vabzdžius kenkėjus, vadinamus cukriniais žvyninukais. Romėnų mokslininkas Plinijus Vyresnysis rašė, kad suakmenėję jūrų ežiai gali išgydyti nuo gyvačių įkandimo ir atnešti sėkmę mūšiuose. Jis taip pat aprašė kelis neįtikėtinus pasakojimus, aiškinančius fosilijų kilmę: buvo teigiama, kad jūrų ežių fosilijos susidarė iš putų rutulių, kuriuos sukūrė daugybė susipynusių gyvačių. Sukurta įvairių teorijų, aiškinančių fosilijų atsiradimą. Viena teorija teigė, kad lietus surenka iš jūros gyvų padarų sėklas ir kiaušinius. Kai iškritęs lietus įsisunkia į uolienas, iš sėklų ir kiaušinių išauga akmeninės tų padarų kopijos. Taip buvo bandoma paaiškinti, kodėl yra tiek daug jūrinės kilmės fosilijų. Dar fantastiškesnė teorija, kuri buvo populiari nuo viduramžių iki XVII amžiaus, teigė, kad Žemė turi savąją „kūrybinę jėgą" *(vis plastica)*, ir ši jėga stengiasi nukopijuoti gyvus padarus.



Dr. Ploto į arklį panašios fosilijos iliustracija



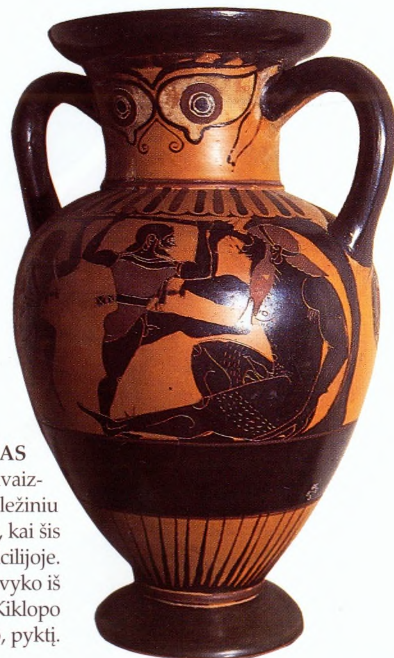
Suakmenėjęs atspaudas

AKMENINIAI ARKLIAI
Ši neįprasta fosilija yra moliusko *Myophorella* kriauklės vidinės pusės atspaudas. Pati kriauklė sunyko. Gyvas gyvūnas buvo panašus į austrę ir turėjo dvi geldeles, kurias kartu laikė stiprus raumuo. Jis paliko abiejose pusėse apskritą žymę. Dr. Robertas Plotas (Plot; 1640–1696) manė, kad jos yra akys. Laki jo vaizduotė taip pat įžvelgė dvi ausis ir karčius, todėl jis paskelbė, kad tai buvo Žemės *vis plastica* bandymas sukurti arklio galvą.



Straublio ertmė kaukolėje

VIENAAKIS ŽMOGUS
Kai tokių kaukolių, kaip ši, fosilijų buvo rasta Viduržemio jūros Sicilijos saloje, senovės graikai manė, kad tai yra milžiniškų žmonių su viena akimi kaktoje kaukolės. Ši nuomonė davė pradžią legendai apie vienaakį Kiklopą. Iš tikrųjų tai dramblio kaukolė, o ertmė – tai vieta, kurioje į straublį eidavo kraujagyslės ir kvėpavimo takai.



MILŽINO APAKINIMAS
Šioje vazoje iš senovės Graikijos pavaizduotas herojus Odisėjas, kuris geležiniu basliu apakino Kiklopą Polifemą, kai šis miegojo savo oloje Etnos kalne Sicilijoje. Odisėjui ir jo bendrakeleiviams pavyko iš salos pasprukti, tačiau jie užsitraukė Kiklopo tėvo, jūrų dievo Poseidono, pyktį.



Iškastiniai ryklių dantys

LIEŽUVIAI IŠ DANGAUS

Plinijus Vyresnysis manė, kad šios fosilijos yra akmeniniai liežuviai, nukritę į Žemę per Mėnulio užtemimus. 1667 m. Nylsas Stensonas (Stenson) aptiko negyvą ryklį ir suprato, kad tai buvo ryklio dantys. Jis ne pirmasis protingai aiškino fosilijas, bet dauguma žmonių mieliau tikėjo išmonėmis.

MITINĖS PABAISOS

Per paskutinįjį ledynmetį prieš 40 000 metų Europoje buvo milžiniškų lokių. Kai kurie iš jų mirė urvuose per žiemos įmygį ir daugelis suakmenėjo, nes žemės nuošliauža urve gali greitai palaidoti kūną kaulams dar nespėjus suirti. Kai viduramžiais buvo rastos šių lokių kaukolės su milžiniškomis iltimis, manyta, kad jos priklausė ugnimi spjaudantiems „drakonams".

Urvinio lokio kaukolė

Malamasis dantis

Iltinis dantis

AKMENINĖS GYVATĖS

Šiaurinėje Anglijoje seniau buvo manoma, kad spirale susisukę iškastiniai senovės amonitai – jūriniai gyvūnai, panašūs į dabar gyvenantį nautilą *(Nautilus)*, – yra gyvatės, kurias šventasis pavertė akmeniu. Kad būtų akivaizdu, vietos žmonės netgi išraižydavo ant šių „akmens gyvačių" galvą.



Amonito piešinys

Mitinis sparnuotas drakonas



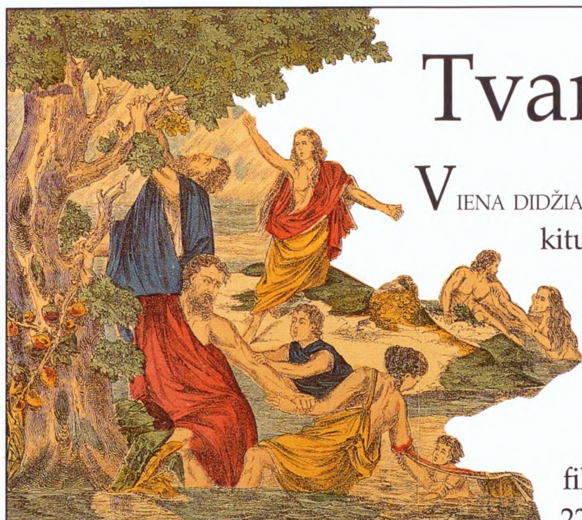
SUAKMENĖJĘS GRYBAS?

Nepaisant į grybą panašios išvaizdos, šis keistas daiktas iš tikrųjų yra senovinė jūrinė pintis, suakmenėjusi titnage. Grybai pernelyg minkšti, kad galėtų virsti fosilijomis.



Iškastinis amonitas

Tvano aukos





VIENA DIDŽIAUSIŲ MĮSLIŲ apie fosilijas buvo moliuskų ir kitų jūrinių gyvūnų atsiradimas aukštai kalnų viršūnėse. Kai kurie senovės graikų mokslininkai, pavyzdžiui, Pitagoras (Pythagoras) ir Herodotas (Herodotus), aiškino, kad tokios kalnų uolienos kadaise, matyt, buvo apsemtos jūros, tačiau krikščionių filosofas Tertulianas (Tertullian; apie 155–222 m. po Kr.) teigė, kad į šį aukštį moliuskų kriaukles užkėlė Biblijoje aprašyto tvano vandenys. Ši mintis sudomino Leonardą da Vinči (da Vinci; 1452–1519), kuris atidžiai ištyrė fosilijas ir apskaičiavo, kas būtų galėję atsitikti per labai didelį potvynį. Jis priėjo išvados, kad toks aiškinimas neturi jokios prasmės. Nepaisant Vinčio pastangų, ši idėja išliko populiari tarp geologų iki pat XVIII amžiaus pabaigos. Buvo sukurta teorija, vadinama deliuvializmu. Ji teigė, kad visos Žemės nuosėdinės uolienos (uolienos, sudarytos iš smėlio arba dumblo sluoksnių) nugulė per 40 tvano dienų ir kad tuo pačiu metu susiformavo visos fosilijos. Veikiau kaip populiari samprata, o ne kaip mokslinė teorija, ji išliko iki pat XIX amžiaus vidurio, tačiau vėliau ją paneigiantys įrodymai buvo tokie svarūs, kad ši idėja gerokai priblėso.

NOJUS IR TVANAS
Biblijoje aprašomas didžiulis potvynis, užtvindęs visą Žemės sausumą ir trukęs 40 dienų. Dievas liepė Nojui pastatyti laivą ir paimti į jį po patiną ir patelę visų gyvūnų rūšių, kad nė viena rūšis galutinai neišmirtų. Ši pasakojimo dalis sukėlė karštas diskusijas, kai buvo atrasta stambių išnykusių gyvūnų fosilijų (p. 14–15).

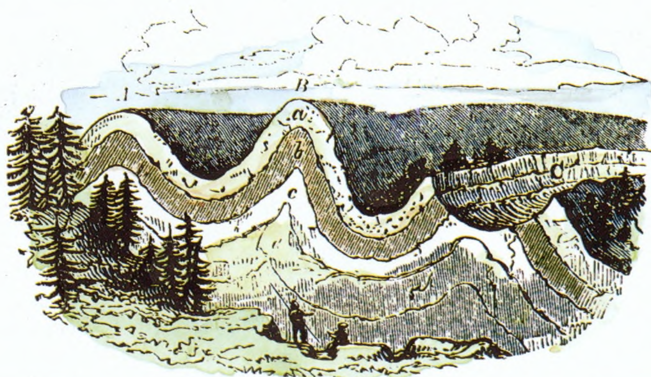


Kriauklių pilna uoliena iš Snoudono kalno viršūnės Velse

FOSILIJŲ MEDŽIOTOJAI
Johanas Šoiceris (Scheuzer; 1672–1763), šveicarų fosilijų kolekcininkas, buvo entuziastingas deliuvialistas. Jis buvo įsitikinęs, kad visas nuosėdines uolienas ir fosilijas sukūrė tvanas. Vieną iš savo radinių jis pavadino „kaulėtu skeletu vieno iš tų nusidėjėlių, kurių nuodėmės užtraukė pasauliui baisųjį tvaną". Vėliau paaiškėjo, kad tai gigantinės salamandros fosilija.



UOLIENŲ IŠKĖLIMAS
XVIII ir XIX amžiuje geologai pradėjo suprasti, kaip jūrinės kriauklės galėjo atsidurti kalnų viršūnėse. Jie suvokė, kad dauguma nuosėdinių uolienų pamažu susidarė jūros dugne iš dumblo ir smėlio. Čia ir susiformavo fosilijos, kai gyvūnus užklojo nuosėdos. Vėliau Žemės plutos judesiai kai kurias uolienas suspaudė ir privertė išlinkti į viršų. Šitaip po jūros vandeniu buvusios uolienos tapo kalnų viršūnėmis.





Trūkstamos fosilijos

Jeigu visos fosilijos buvo per tvaną žuvę padarai, tai turėtų būti daug suakmenėjusių stambių sausumos gyvūnų, kurie nuskendo pakilus vandeniui, ir mažai žuvų, nes jos mokėjo plaukti. Iš tikrųjų yra atvirkščiai. Dažniausiai pasitaikančios fosilijos yra jūrų ir upių gyvūnai, o sausumos gyvūnai aptinkami retai. Dabar žinoma, kad sausumoje fosilijos susiformuoja ne taip lengvai, išskyrus neįprastas vietas, pavyzdžiui, urvus.

Reta vabzdžio fosilija





Retai pasitaikanti laumžirgio fosilija



Driežas

RETAI KADA SUAKMENĖJANTYS
Jeigu jūrinių gyvūnų, tokių kaip ofiūros ir žuvys, fosilijos randamos dažnai, tai sausumos gyvūnų, pavyzdžiui, driežų ir vabzdžių, fosilijos pasitaiko retai.

KRIAUKLIŲ PILNA UOLIENA
Kai kurios uolienos susideda vien iš kriauklių. Kaip ir akmens anglys bei kreida, jos galėjo susiformuoti tik labai iš lėto.





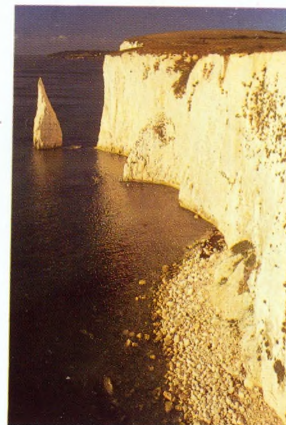
Iškastinis jūrinis gyvūnas ofiūra

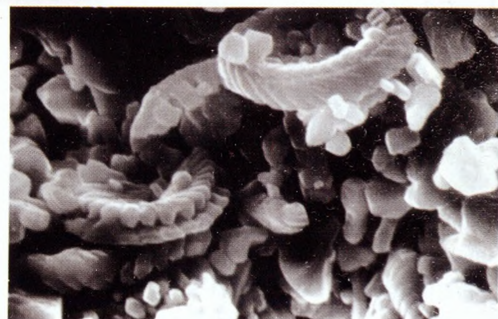


Suakmenėjęs ešerys

Kreida ir akmens anglys

Sužinojus daugiau apie nuosėdines uolienas tapo aišku, kad jos negalėjo susiklostyti per 40 dienų. Pavyzdžiui, kreida ir akmens anglys susideda iš gyvų organizmų liekanų iš milijonų mikroskopinių kriauklių susidaro kreida, o iš tūkstančių vienas ant kito sukrautų medžių – akmens anglys. Be jokios abejonės, susidaryti tokioms uolienoms prireikė labai daug laiko.





AMŽIŲ UOLIENA
1858 m. vienas geologas, žiūrėdamas į kreidą pro mikroskopą, atrado, kad ji visa susideda iš mažyčių kriauklių. Šios kriauklės priklausė mikroskopiniams gyvūnams, kurie plūduriavo vandenyno paviršiuje. Mes tai žinome, nes panašiai vyksta ir šiandien. Kalkiniai klifai (viršuje) rodo, kokio storio yra kreidos sluoksniai.



MIKROSKOPU ĮŽVELGTA STRUKTŪRA
Ši šiuolaikinė kreidos struktūros fotografija padaryta skenuojamuoju elektroniniu mikroskopu. Joje matyti mažytės apskritos plokštelės – smulkučių kreidą sudarančių organizmų dalys.

Akmens anglyse suakmenėjęs papartis

AKMENS ANGLIŲ MIŠKAI
Akmens anglys susideda beveik vien tik iš medžių ir kitų augalų, augusių pelkėtuose miškuose. Nukritę į vandenį medžiai ne sutrūnijo, bet pamažu suformavo durpes. Vėliau jas suslėgė virš jų didėjanti masė, kuri pavertė durpes anglimis. Anglių klodai gali būti 20 m storio.



Žanas Baptistas de Lamarkas

ŽANAS BAPTISTAS DE LAMARKAS (Lamarck; 1744–1829) vienas pirmųjų išdėstė evoliucijos teoriją. Jis manė, kad veikia dvi evoliucijos jėgos. Pirmoji yra tendencija tobulėti – automatinis procesas, kurio dėka visos gyvos būtybės darosi sudėtingesnės. Antroji jėga – tai būtinybė prisitaikyti prie vietos aplinkos: gyvūnams stengiantis prisitaikyti jų pastangos sukelia kūno pokyčius. Todėl žirafai siekiant medžių lapų atsirado ilgas kaklas, o balų paukščiams vis pasistiebiant norint nesušlapti kūno užaugo ilgos kojos. Anot Lamarko, šios dvi jėgos nėra harmoningos. Veikdama viena pirmoji jėga sukurtų vis didėjančio tobulumo gyvūnų, tačiau jai trukdo antroji jėga. Kad galėtų pasireikšti antroji jėga, tėvų įgyti požymiai (pavyzdžiui, ilgesnis kaklas) turėtų būti perduodami palikuonims. Dabar gerai žinoma, jog taip nevyksta, išskyrus kelis retus atvejus, tačiau Lamarko laikmečiu ši samprata buvo plačiai priimta. Ištisą vėlesnį šimtmetį visi, tarp jų ir Darvinas (p. 20), buvo įsitikinę, kad tai tiesa. Šiandien lamarkizmo terminas dažniausiai vartojamas įgytų požymių paveldėjimo prasme. Kiti Lamarko teorijos teiginiai jau beveik pamiršti.

PERVERSMĄ SUKĖLĘS MĄSTYTOJAS
Prancūzų gamtininkas Lamarkas privertė amžininkus galvoti apie evoliuciją.

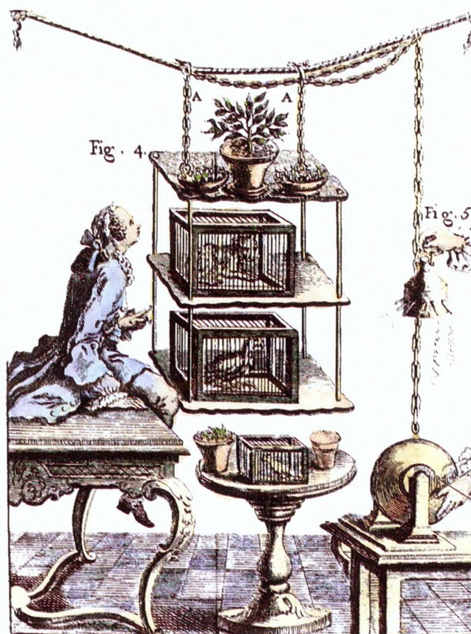


AUKŠTAS IR SAUSAS
Anot Lamarko teorijos, stengdamasis išlaikyti kūną virš vandens, balų paukštis įgyja įprotį ištempti ir pailginti kojas. Jis manė, kad tokioms rūšims, kaip šis purpurinis garnys, taip išsivystė ilgos kojos.

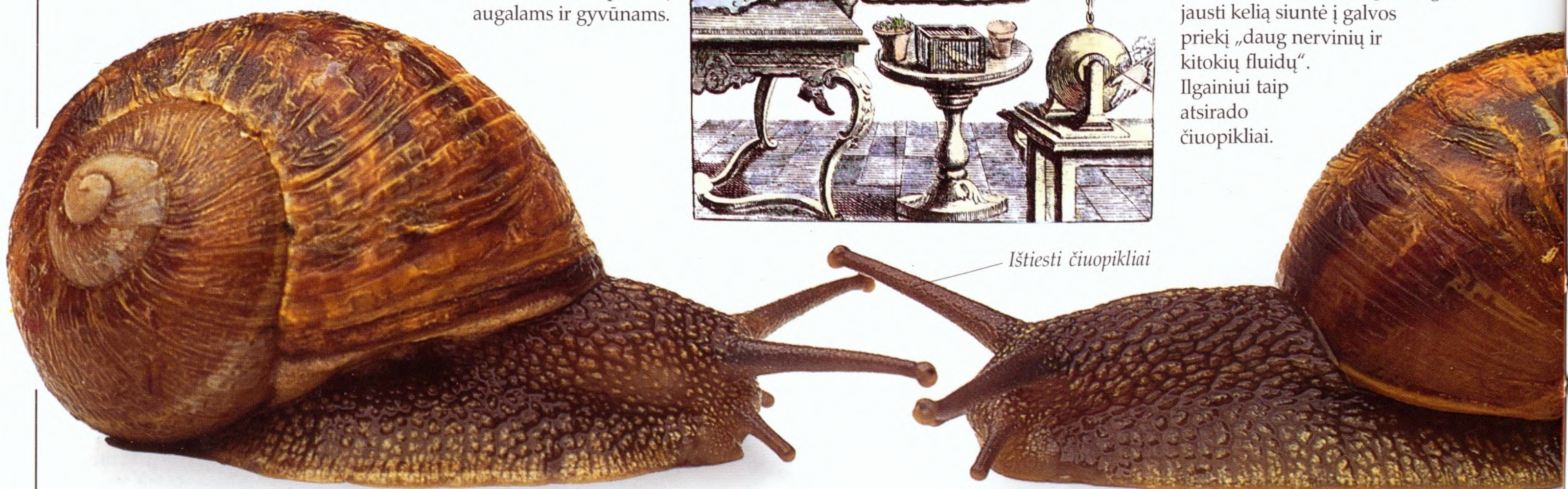
Materialūs fluidai

Lamarkas iškėlė mintį, kad po visą kūną ir kiaurai jį teka „materialūs fluidai", kurie sukelia judėjimą ir pokyčius. Jis manė, kad fluidai yra nesuvokiami, tačiau du iš jų galima apibūdinti – tai šiluma ir elektra.

MĮSLINGOJI ELEKTRA
Lamarkas manė, kad „materialūs fluidai" yra susiję su tendencija tobulėti ir siekimu prisitaikyti prie vietos sąlygų. Tuo metu mokslininkus labai domino elektra. Lamarkui ji buvo įdomi tuo, kad jos nebuvo galima matyti, tik pajusti. Prancūzų mokslininkas Žanas Antuanas Nolė (Nollet; 1700–1770) darė bandymus (dešinėje), norėdamas ištirti statinės elektros poveikį augalams ir gyvūnams.



ČIUOPIANT KELIĄ Į PRIEKĮ
Kaip pavyzdį „materialių fluidų" pasireiškimui iliustruoti Lamarkas panaudojo sraiges. Sraigės mato prastai ir jų protėvį Lamarkas įsivaizdavo be čiuopiklių, apgraibomis ieškantį kelio galva. Jo pastangos jausti kelią siuntė į galvos priekį „daug nervinių ir kitokių fluidų". Ilgainiui taip atsirado čiuopikliai.



Ištiesti čiuopikliai

Pasitelkiant įrodymus

Norėdamas paremti savo teiginį, kad vyksta evoliucija, Lamarkas nurodė, kad kurios nors, pavyzdžiui, drugių, vienos rūšies atstovai įvairiose vietose gali būti skirtingi. Vėliau buvo įrodyta, kad jo idėjos apie įgytų požymių paveldėjimą ir paprastų gyvybės formų nenutrūkstamą kūrimą yra neteisingos.



Agrias claudina sardanapalus
Peru ir Brazilija



Agrias claudina claudina
Centrinės Brazilijos rytinė dalis



Agrias claudina lugens
Peru



Agrias claudina claudianus
Brazilijos pietrytinė dalis



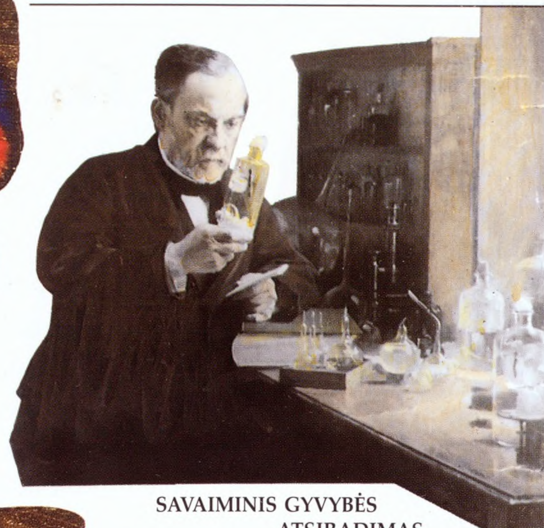
Agrias claudina godmani
Centrinė Brazilija



NAUJŲ RŪŠIŲ ATSIRADIMAS
Šie gražūs drugiai iš skirtingų Pietų Amerikos vietų iliustruoja Lamarko teiginį apie kintamumą tos pačios rūšies viduje. Visi šie skirtingose vietose paplitę drugiai gali tarp savęs kryžmintis, todėl jie visi turi priklausyti tai pačiai rūšiai. Jie vadinami porūšiais. Lamakras taip pat pastebėjo, kad artimai giminingų rūšių atstovai (p. 22) gali būti labai panašūs – kaip ir šių porūšių drugiai. Iš to jis padarė išvadą, kad giminingos rūšys išsivystė iš kelių porūšių. Dabar ši mintis laikoma teisinga, tačiau vis dar ginčijamasi, kaip būtent susidaro naujos rūšys (p. 40).



Agrias claudina intermedius
Kolumbijos pietrytinė dalis ir Venesuela



SAVAIMINIS GYVYBĖS ATSIRADIMAS
Jeigu visos gyvos būtybės progresuoja, tai kodėl vis dar yra paprastos sandaros organizmų? Lamarkas manė, kad nauji paprasti organizmai susidaro mikroskopinės gyvybės „savaiminio atsiradimo" būdu iš negyvos medžiagos, pavyzdžiui, šlapių šiaudų. Prancūzų mikrobiologas Luji Pasteras (Pasteur; 1822–1895) įrodė, kad tai tik iliuzija. Šiaudus išvirinus neatsirasdavo jokių gyvų būtybių.

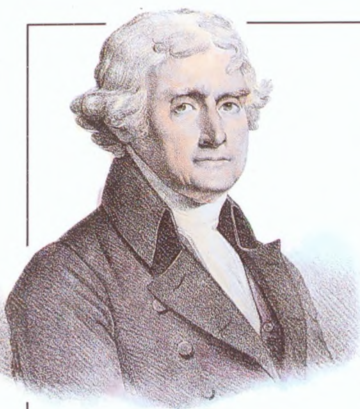


POŽYMIŲ PERDAVIMAS
Jeigu įgyti požymiai yra paveldimi, kaip manė Lamarkas, tai baltaodžių žmonių, kurie gyvena karštuose kraštuose, vaikai turėtų gimti su įdegusia oda. Ši XIX amžiaus anglų šeimos, gyvenusios Indijoje, fotografija rodo, kad taip nėra.



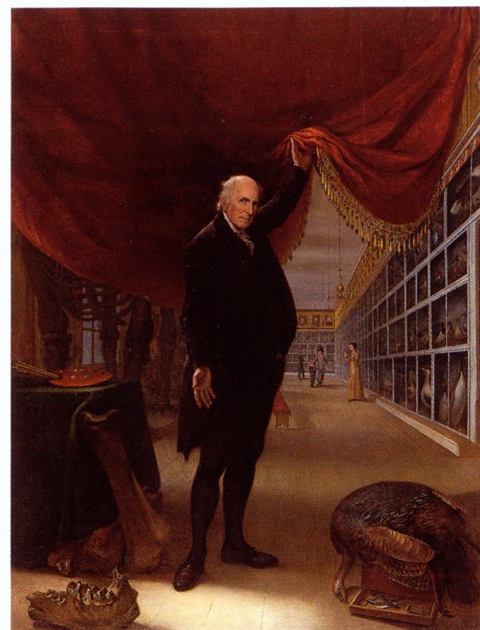
POETAS IR BOTANIKAS
Dar prieš Lamarką poetas Johanas Getė (Goethe; 1749–1832) paskelbė minčių apie augalų evoliuciją.

Išnykę gyvūnai



PREZIDENTAS MOKSLININKAS
JAV prezidentas Tomas Džefersonas (Jefferson; 1743–1826) taip pat buvo fosilijų kolekcininkas. Iš pradžių jis nepripažino, kad koks nors gyvūnas jau yra išnykęs, tačiau ilgainiui rasti fosiliniai duomenys jį įtikino, kad jie iš tiesų yra išnykę.

PASAK BIBLIJOS, Nojus paėmė į savo laivą po du visų rūšių gyvūnus ir jie visi po tvano liko gyvi. Krikščionybė taip pat moko, kad kiekvienas gyvas padaras yra esminė grandis Dievo kūrimo grandinėje. Taigi būtų neįmanoma kuriam nors iš jų visiškai išmirti, tai yra išnykti. Kai buvo rasta nežinomų suakmenėjusių padarų, manyta, kad tie gyvūnai vis dar yra kur nors paplitę. Tačiau XVIII amžiaus pabaigoje buvo atrasta tokių milžiniškų padarų fosilijų, kad toks aiškinimas atrodė abejotinas. Šiaurės Amerikoje buvo aptikti stambūs ant žemės gyvenusio didžiojo tinginio bei mastodonto kaulai. Jokia dar neištirta pasaulio sritis nebuvo tokia didelė, kad joje galėtų slapstytis šie milžinai. Pradėjo kilti įtarimas, kad jie jau yra išmirę. Prancūzų mokslininkai, kuriuos po Didžiosios Prancūzijos revoliucijos poslinkių mažiau veikė religinės pažiūros, buvo vieni pirmųjų, pripažinusių išnykimo idėją. Vėliau ši idėja buvo pripažinta JAV, o dar vėliau ir kitose šalyse.

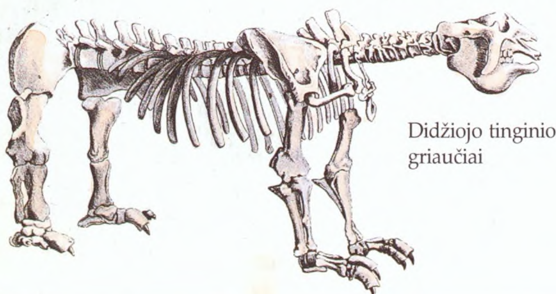




PRARASTI PASAULIAI
Neįprastas Australijos ančiasnapis Vakarų mokslui tapo žinomas tik 1799 m. Tokie atradimai piršo mintį, kad pasaulyje yra daug nežinomų padarų ir kad išnykę gyvūnai dar gali kur nors gyvuoti.



SUNKU PASISLĖPTI
Tai didžiojo tinginio *Megatherium* viršutinio krūminio danties, parodyto puse natūralaus dydžio, skerspjūvis. Dar vieno, beveik tokio pat dydžio, tinginio fosilijos buvo rastos Šiaurės Amerikoje; pirmą kartą 1797 m. jas aprašė Tomas Džefersonas. Skirtingai nuo tokių mažų gyvūnų kaip ančiasnapis, iki šiol išlikęs tokio dydžio gyvūnas be jokios abejonės nebūtų likęs neatrastas. Iki XIX amžiaus 4 dešimtmečio išnykimo idėja tapo plačiai pripažinta.



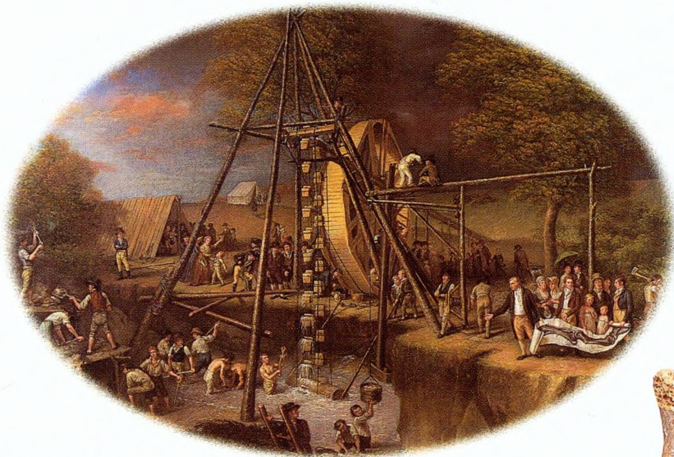
Didžiojo tinginio griaučiai


Žmogaus antrasis krūminis dantis

PYLIO MUZIEJUS
(kairėje)
Čarlsas Vilsonas Pylis (Peale; 1741–1827) buvo dailininkas, renginių organizatorius ir fosilijų kolekcininkas. 1799 m. kartu su Džefersonu ir kitais JAV filosofų draugijos nariais pagal skelbimus jis ieškojo stambių fosilinių kaulų. Šitaip jis sugebėjo atrasti ir iškasti dviejų mastodontų, išnykusių dramblių giminaičių, griaučius. Iš rastų kaulų buvo surinkti visi griaučiai ir Pylis išstatė juos savo „gamtos keistenybių“ muziejuje.

Mastodonto antrasis krūminis dantis

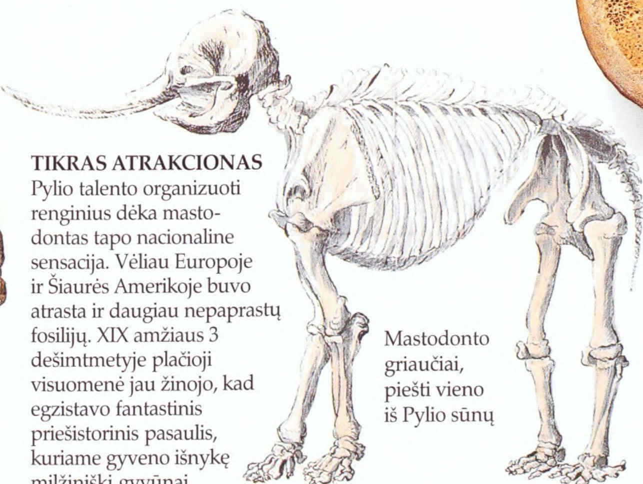
MILŽINIŠKAS KRŪMINIS DANTIS
Šalia antrojo krūminio mastodonto danties su šaknimis žmogaus krūminis dantis atrodo visai mažas. Milžiniški žinduoliai, tokie kaip mastodontas, buvo atrasti anksčiau, negu tapo žinomi pirmieji dinozaurai. Kai XIX amžiaus 3 dešimtmetyje buvo aptiktos dar didesnės dinozaurų liekanos (p. 18), išnykimo idėją imta plačiai pripažinti.



IŠ DUOBĖS
Pylio mastodonto griaučiai buvo rasti pelkėtoje žemėje ir iškasti juos buvo nelengva. Jam teko sukonstruoti mechanizmą vandeniui iš duobės išsemti. Jį varė didelis kojomis minamas ratas ir susirinkę smalsuoliai turėjo tą ratą varyti. Šį įspūdingą paveikslą nutapė pats Pylis ir amerikiečiai ėmė labai didžiuotis savo išnykusiais milžinais.


Žmogaus slankstelis


Mastodonto slankstelis


Mastodonto griaučiai, piešti vieno iš Pylio sūnų

TIKRAS ATRAKCIONAS
Pylio talento organizuoti renginius dėka mastodontas tapo nacionaline sensacija. Vėliau Europoje ir Šiaurės Amerikoje buvo atrasta ir daugiau nepaprastų fosilijų. XIX amžiaus 3 dešimtmetyje plačioji visuomenė jau žinojo, kad egzistavo fantastinis priešistorinis pasaulis, kuriame gyveno išnykę milžiniški gyvūnai.

GINČAI DĖL KAULŲ
Mastodonto stuburo kaulas (dešinėje) yra milžiniškas, lyginant su žmogaus slanksteliu. Pirmasis moksliškai mastodontą aprašė prancūzų mokslininkas ir evoliucijos priešininkas Kiuvjė (p. 16). Skirtingai nuo kolegos Lamarko (p. 12), jis pripažino išnykimo idėją. Lamarko evoliucijos schemoje nė vienas gyvas padaras negalėjo išnykti, nes jie visi automatiškai progresavo ir prisitaikė prie aplinkos.

Katastrofų virtinė



ŽORŽAS KIUVJĖ
Kiuvjė manė, kad dėl katastrofų kelis kartus žuvo beveik visa Žemės gyvybė, tačiau kai kurios sritys to išvengdavo ir gyvūnai iš tų sričių vėl paplisdavo. Vėliau jis taip pat pripažino, kad kai kurie gyvūnai išnyko, tuo tarpu Lamarkas atsisakė tuo tikėti. Kiuvjė nepripažino evoliucijos ir buvo įsitikinęs, kad tarp katastrofų gyvybė nesikeitė. Lamarkas ir Kiuvjė tapo priešais visam gyvenimui.

SPARČIAI AUGANT PRAMONEI XVIII amžiuje prireikė geležies rūdos bei akmens anglių ir transportavimo kanalų. Šachtos ir kasinėjimai skverbėsi gilyn į žemę, o tai padėjo gerokai pažengti į priekį geologijai. XIX amžiaus pradžioje Abrahamas Verneris (Werner; 1750–1817) Vokietijoje ir Viljamas Smitas (Smith; 1769–1839) Didžiojoje Britanijoje nustatė, kad uolienos susideda iš atskirų sluoksnių, vadinamų klodais. Šie priklauso tam tikriems geologiniams periodams ir eroms, kurias galima nustatyti pagal juose randamas fosilijas. Verneris manė, kad pasaulį buvo ištikusi katastrofiškų potvynių virtinė ir po kiekvieno potvynio nusėsdavo uolienų sluoksnis. Sukurti šią katastrofų teoriją Vernerį ir kitus paskatino staigūs fosilijų pokyčiai einant iš vienos geologinės eros į kitą. Vieni tapatino kiekvieną potvynį su Biblijoje aprašoma pasaulio tvėrimo diena, tačiau kiti suprato, kad uolienos turėjo susidaryti per tūkstančius metų. Vėliau šios teorijos šalininkai, tarp jų prancūzas Žoržas Kiuvjė (Cuvier; 1769–1832), be potvynių, dar rėmėsi žemės drebėjimais ir klimato pokyčiais. Šias teorijas siejo mintis, kad Žemę formavo neįsivaizduojamai galingos jėgos, visiškai skirtingos nuo dabar pasireiškiančių jėgų. Priešinga pažiūra – uniformizmas – teigė, kad Žemė susidarė pamažu, veikiant kasdienėms jėgoms, tokioms kaip erozija ir nuosėdų kaupimasis (p. 28).

NEPAKITĘS IBIS
Dabartinis ibis iš tikrųjų yra toks pat, kaip ir senovės Egipto ibis. Vienos rūšys iš tiesų lieka beveik nepakitusios tūkstančius ir netgi milijonus metų, o kitos gali vystytis labai greitai. Viskas priklauso nuo aplinkybių. Tiek Lamarkas, tiek Kiuvjė buvo teisūs dėl vieno dalyko ir neteisūs dėl kito dalyko. Lamarkas buvo teisus manydamas, kad rūšys nėra pastovios, bet Kiuvjė buvo iš dalies teisus dėl masinių išnykimų (p. 46).

ĮRODYMAI IŠ EGIPTO
1798 m. Napoleono kariuomenė įsiveržė į Egiptą ir atsivežė su savimi mumijas, rastas piramidėse. Tarp jų buvo mumifikuotas ibis. Kiuvjė džiūgavo atradęs, kad šie griaučiai buvo tokie pat, kaip ir gyvenančio ibio. Jis teigė, kad šis pokyčių nebuvimas įrodo, jog Lamarkas neteisus ir kad evoliucija nevyksta.



Mumifikuotas ibis

Dabartinis ibis



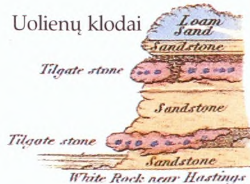
Ibio skulptūra iš Egipto



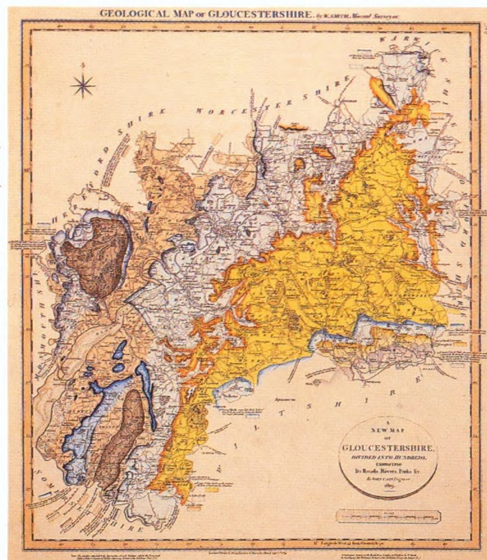
Viljamas Smitas

PERIODŲ NUSTATYMAS

Viljamas Smitas geologija susidomėjo statydamas kanalus. Jis atrado, kad geologinius periodus galima atpažinti iš jiems būdingų fosilijų ir kad periodai visada išsidėstę ta pačia tvarka. Šiandien geologai pripažįsta uniformizmo pažiūrą, kad dauguma uolienų formacijų susidarė dėl laipsniško kasdienių jėgų veikimo, o ne dėl katastrofų. Skirtumai tarp geologinių erų atsiranda daugiausia dėl gyvų organizmų masinių išnykimų (p. 46). Jie atspindi ne geologinius, bet staigius biologinius pokyčius.



Uolienų klodai



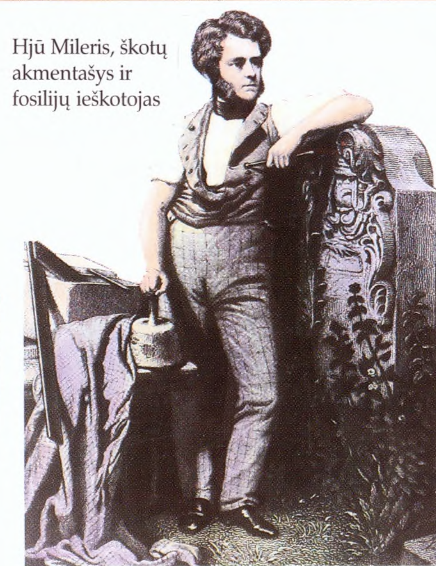
Vienas iš Smito geologinių žemėlapių, kuriame klodai pažymėti skirtingomis spalvomis



Milerio rasta iškastinė žuvis

MILERIO ŽUVIS

Hjū Mileris (Miller; 1802–1856), kuris buvo labai religingas, surado išnykusios šarvuotosios žuvies fosilijas. Jis klaidingai manė, kad šios žuvys buvo labiau išsivysčiusios už dabar gyvenančias žuvis ir laikė jas vienomis iš anksčiau sutvertų būtybių, kurias sunaikino katastrofa. Milerio knygos, bandančios suderinti geologiją su Biblija, buvo labai populiarios.



Hjū Mileris, škotų akmentašys ir fosilijų ieškotojas

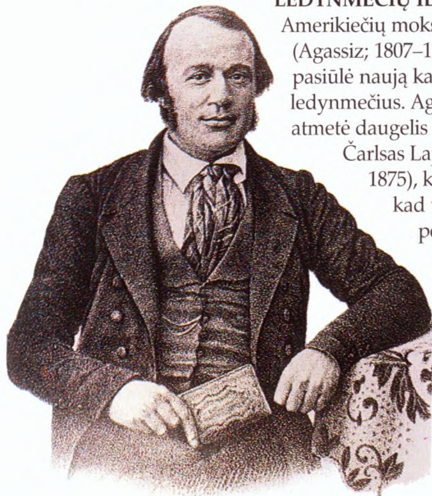


Milerio darytas popierinis išnykusios žuvies modelis

GINČYTINI RADINIAI

Mileris padėjo populiarinti naują religinę katastrofų teorijos versiją. Ji teigė, kad yra buvę keli vienas po kito sekę kūrimo aktai, kurių kiekvieną sunaikino katastrofa, ir kad Biblijoje aprašytas tik paskutinysis kūrimas. Visos išnykusių gyvūnų fosilijos yra iš ankstesnių kūrimo aktų. Šiai teorijai sudavė smūgį keliuose Anglijos urvuose greta žmogaus pagamintų įrankių rasti išnykę gyvūnai.

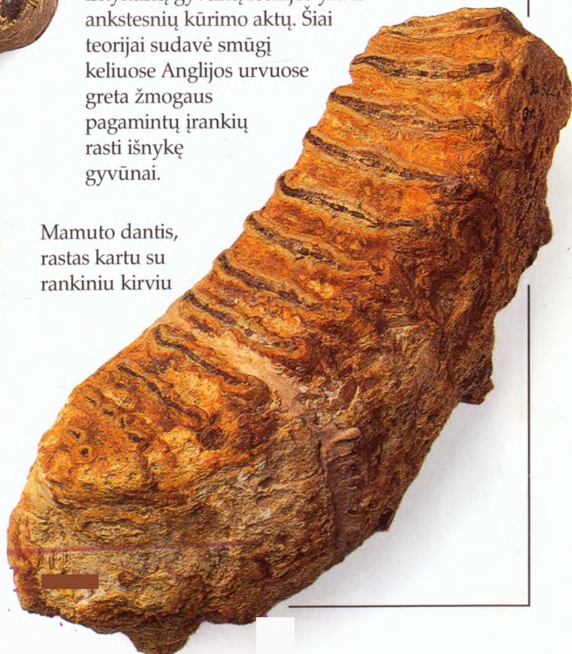
LEDYNMEČIŲ IDĖJA



Amerikiečių mokslininkas Luji Agasi (Agassiz; 1807–1873), Kiuvjė šalininkas, pasiūlė naują katastrofų tipą – ledynmečius. Agasi teorijas iš karto atmetė daugelis uniformistų, tarp jų ir Čarlsas Lajelis (Lyell; 1797–1875), kuris buvo įsitikinęs, kad visi geologiniai pokyčiai yra laipsniški. Šiuolaikinė geologija įrodė, kad Lajelio teorija buvo artimesnė tiesai, negu katastrofų teorija, tačiau Agasi skelbti ledynmečiai buvo iš tikrųjų. Yra buvę ir didelių jūros lygio bei klimato pokyčių, tik jie pasireiškė lėtai, o ne staigiomis katastrofomis.



Pirmykščių žmonių pagamintas rankinis kirvis



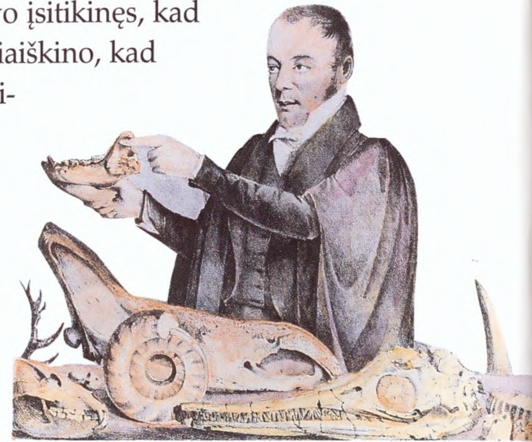
Mamuto dantis, rastas kartu su rankiniu kirviu



IGUANODONTO KASIMAS
Kasinėjimai Sasekso (pietinė Anglija) karjere, kuriame Gideonas Mantelas rado iguanodonto dantis.

Dinozaurų karštligė

SUAKMENĖJUSIŲ DINOZAURŲ KAULŲ buvo randama jau XVII amžiuje, tačiau jie nebuvo priskiriami milžiniškiems ropliams. Perversmą padarė Gideonas Mantelas (Mantell; 1804–1892), anglų gydytojas ir fosilijų medžiotojas. 1822 m. jis rado kelis didelius ir neįprastus dantis, kuriuos parodė Kiuvjė (p. 16) ir anglų geologui Viljamui Baklendui. Abu jie neteikė radiniui jokios svarbos, tačiau Mantelas buvo įsitikinęs, kad jie klysta ir toliau tęsė tyrimą. Galiausiai jis išsiaiškino, kad tie dantys buvo panašūs į iguanų dantis. Pavadinęs savo radinį *Iguanodon* (iguanos dantis) jis paskelbė 12 m ilgio driežo aprašymą. Tuo tarpu Baklendas irgi atrado milžinišką roplį. Tokių radinių buvo ir daugiau, tačiau pavadinimas „dinozauras" (baisus driežas) imtas vartoti tik nuo 1841 m. Jį sukūrė Ričardas Ovenas, garsus anatomas ir Kiuvjė šalininkas. Dinozaurai sukėlė sensaciją, nes nepaprastai skyrėsi nuo visų kitų gyvų organizmų. XIX amžiuje apie juos visą laiką buvo rašoma pirmuosiuose laikraščių puslapiuose ir plačioji visuomenė sužinojo apie tolimą praeitį ir keistus jos gyvūnus. Ši informacija paruošė dirvą evoliucijos idėjoms. Tačiau Ovenas panaudojo dinozaurus kaip argumentą prieš evoliuciją, nes jie buvo labiau išsivystę už gyvenančius roplius. Šiuolaikinė evoliucijos teorija pripažįsta, kad evoliucija ne visada reiškia pažangą (p. 48). Keičiantis aplinkai labiau išsivystę gyvūnai gali išmirti, o jų mažiau išsivystę giminaičiai gali likti gyvi.



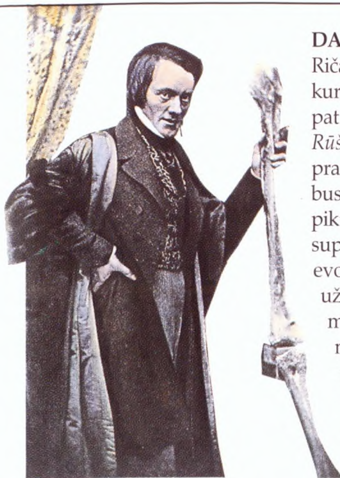
NUOSTABĄ KELIANTYS RADINIAI
Viljamas Baklendas (Buckland; 1784–1856) demonstruoja kai kuriuos labai vertingus pavyzdžius. Priekyje matoma skirtingai negu dinozaurai roplių grupei priskiriamo jūrinio roplio ichtiozauro *(Ichthyosaurus)* kaukolė, turinti ilgą snapą. Pirmasis ichtiozauras buvo aprašytas 1810 m., tačiau buvo palaikytas krokodilu. 1824 m. Baklendas rado dinozauro, vadinamo megalozauru *(Megalosaurus)*, žandikaulio fragmentus ir kitus kaulus. XIX amžiaus 6 dešimtmetyje Ričardas Ovenas vadovavo megalozauro modelio kūrimui (žemiau), kai dar nebuvo rasti visi dinozauro griaučius sudarantys kaulai. Turėdamas tiek mažai duomenų Ovenas spėjo teisingai, tačiau modelis didžia dalimi buvo neteisingas. Tas pats skulptorius padarė priešais parodyto iguanodonto modelį.

DAUG GINČŲ SUKĖLĘ MODELIAI
Pagal šį megalozauro modelį, sukurtą remiantis Baklendo rastomis fosilijomis, vėliau buvo padarytas natūralaus dydžio dinozauras ir kartu su kitais išstatytas parodai krištolo rūmuose Londone. Kai Niujorko miesto valdžia užsakė panašią parodą centriniam parkui, vietinis teisėjas užsipuolė modelius kaip „antireliginius" ir sumanymas žlugo, kai kažkas įsilaužė į dirbtuves ir sunaikino visus modelius.

Baklendo rasti žandikaulio fragmentai



Fragmentai, įterpti į kaukolės kontūrus



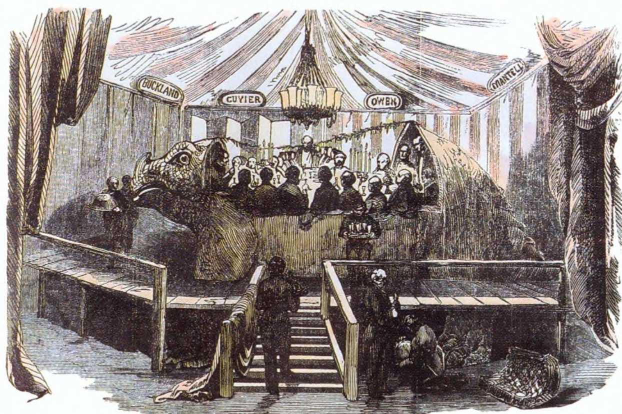
DARVINO PRIEŠAS
Ričardas Ovenas (Owen; 1804–1892), kuris sukūrė žodį „dinozauras“, taip pat parašė kandžią Darvino veikalo *Rūšių atsiradimas* recenziją ir pranašavo, kad po 10 metų Darvinas bus pamirštas. Vėliau Ovenas piktinosi Darvino šlove ir davė suprasti, kad jis pats sukūrė evoliucijos teoriją gerokai anksčiau už Darviną. Ovenas su kitais 20 mokslininkų 1853 m., Naujųjų metų išvakarėse, pietavo iguanodonto modelio viduje (žemiau) prieš pastatant jį Londono krištolo rūmuose greta kitų dinozaurų modelių.



GIDEONAS MANTELAS
Remdamasis savo rastais kaulais ir dantimis Mantelas (Mantell) įsivaizdavo iguanodontą kaip didelį driežą. Savo rekonstrukcijoje Mantelas uždėjo į ragą panašų smaigalį (žemiau) ant gyvūno nosies galo. Vėliau išaiškėjo, kad tai buvo nykščio smaigalys.



DEŠIMTYS DINOZAURŲ
1878 m. Belgijoje anglių kasėjai atrado 39 iguanodontų griaučius. Iš suakmenėjusių pėdsakų buvo galima spėti, kad iguanodontas vaikščiojo užpakalinėmis kojomis. Manyta, kad jis laikėsi pusiau stačias, todėl darant šią rekonstrukciją buvo ištirti emu ir valabio griaučiai.





Iguanodonto „rago“ atspaudas

Nykščio smaigalys uždėtas ne toje vietoje



KINTANČIOS IDĖJOS
Šis šiuolaikinis iguanodonto vaizdas sukurtas išsamiai ištyrus ant kaulų esančias žymes, iš kurių galima daug ką sužinoti apie raumenis ir sausgysles. Jos rodo, kad iguanodontas vaikščiojo daugiausia dviem kojomis, tvirta uodega palaikydamas horizontalaus kūno pusiausvyrą.



PASLAPTINGAS AUTORIUS
1844 m., kai visuomenę stebino dinozaurų atradimai, buvo išspausdinta proevoliucinė brošiūra, pavadinta *Tvėrimo pėdsakai.* Jos autorius pasirodė besąs Robertas Čeimbersas (Chambers; 1802–1871), bet tai išaiškėjo tik po jo mirties. Čeimbersas bandė paremti evoliucijos idėjas, tačiau patyrė visišką nesėkmę. Mokslininkai nežiūrėjo į brošiūrą rimtai, nes joje buvo daug klaidų ir netikslumų.

PADIDINTI IKI SAVO DYDŽIO
Šio iguanodonto ir kitų dinozaurų modeliai vėliau buvo pagal skalę padidinti iki milžiniško dydžio roplių, kurie nuo 1854 m. rodomi Krištolo rūmuose.



Čarlsas Darvinas

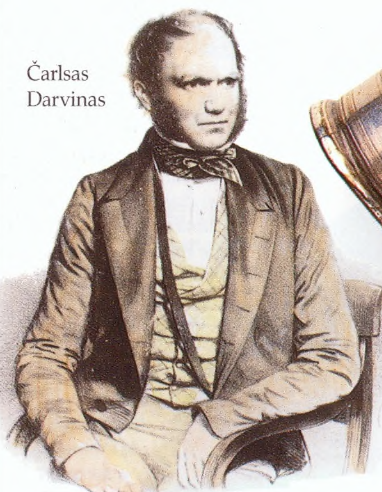
ANGLŲ GAMTININKAS ČARLSAS DARVINAS (1809–1882) gerai žinomas kaip veikalo *Rūšių atsiradimas* autorius. Jis ne pirmasis samprotavo apie evoliuciją, bet jo didžiausias laimėjimas buvo tas, kad jis surinko daugybę įrodymų, pagrindžiančių evoliucijos vyksmą. XIX amžiaus pradžioje evoliucijos sąvoka buvo labai nepopuliari. XVIII amžiaus paskutiniame dešimtmetyje revoliucinę Prancūziją buvo užvaldžiusi Lamarko teorija (p. 12), nes ji metė iššūkį bažnyčios ir karaliaus autoritetui. Iš baimės, kad panaši revoliucija nekiltų Anglijoje, evoliucijos idėja buvo laikoma skandalingu dalyku. Ir iš tiesų, zoologas profesorius Robertas Grantas (Grant) prarado savo darbą Londono universitete ir mirė skurde tik todėl, kad atvirai rėmė Lamarko pažiūras. 1844 m. pasirodžiusi anoniminė brošiūra apie evoliuciją *Tvėrimo pėdsakai* (p. 19) sukėlė pasipiktinimą. Visa tai skatino Darviną tylėti kiek galima ilgiau. „Tai tarsi prisipažinti padarius žmogžudystę“, rašė jis savo draugui tuo metu, kai jo galvoje tolydžio formavosi evoliucijos teorija. 1858 m., kai gamtininkas Alfredas Volis taip pat iškėlė gamtinės atrankos idėją (p. 36), Darvinas galiausiai buvo priverstas paskelbti savo teoriją.

Teleskopas, naudotas *Beagle* laive



Darvino kompasas

KELIONĖS UŽRAŠAI
Plaukdamas *Beagle* laivu Darvinas atidžiai stebėjo gamtos pasaulį. Jis taip pat rašėsi išsamias ir ilgas pastabas apie visa, ką matė, ir daug mąstė apie savo mokslinių stebėjimų prasmę.



Čarlsas Darvinas

Beagle laivas

Nuo 1832 iki 1836 m. Darvinas buvo laivo gamtininkas Didžiosios Britanijos karo laive *Beagle,* kuris plaukė aplink pasaulį. Pietų Amerikoje, o ypač Galapagų salose, jis pastebėjo daug gluminančių tenykščiams augalams ir gyvūnams būdingų požymių. Vėliau jis suprato, kad šie požymiai atsirado evoliucijos dėka.

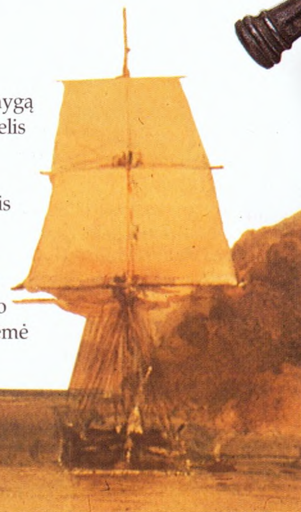


Vienas iš Darvino sąsiuvinių

SAMPROTAVIMAI LAIVE
Kelionės *Beagle* laivu pradžioje Darvinas nebuvo evoliucionistas, nebuvo juo ir sugrįžęs. Tačiau per sekančius penkerius metus jo galvoje susiformavo evoliucijos idėja. Jis niekada dogmatiškai nesilaikė savo teorijos teiginių, bet gerai apsvarstydavo visas savo priešininkų pažiūras. Vėliau ši nuostata padėjo Darvinui įgyti kai kurių didžiausių to meto gamtininkų paramą – net ir tų, kurie anksčiau evoliuciją buvo atmetę.

IŠLIPUS Į KRANTĄ
Į kelionę Darvinas su savimi pasiėmė naują Čarlso Lajelio knygą *Geologijos pagrindai,* kurioje Lajelis teigė, kad geologines Žemės savybes galima paaiškinti lėtai veikiančiomis jėgomis, kurios vis dar pasireiškia, tokiomis kaip nuosėdų nugulimas. Darvinas daug laiko praleido krante ir jo geologiniai stebėjimai patvirtino Lajelio teoriją, teigiančią, jog Žemė yra labai sena.





Ugnies Žemės gyventojai sutinka *Beagle*

Didis gamtininkas

Prieš kelionę *Beagle* laivu Darvinas studijavo Kembridžo universitete ir rengėsi tapti dvasininku. Universitete jis aistringai susidomėjo gamtos istorija. Šis susidomėjimas pakeitė visą jo gyvenimą.

ERAZMAS DARVINAS
Čarlso senelis, Erazmas Darvinas (1731–1802), buvo gydytojas, poetas ir botanikas. Jis taip pat bičiuliavosi su mokslininkais ir pramonininkais, tokiais kaip Džozefas Pristlis (Priestley) ir Džosaja Vedžvudas (Wedgwood), kurie suabejojo tradicinėmis sampratomis ir buvo laikomi pavojingais. Dar prieš Lamarką (p. 12), jis rašė knygas, kuriose reiškė evoliucijos idėjas. Kita Darvino šeimos karta, visuomenėje siekusi didesnės pagarbos, beveik visiškai ignoravo Erazmo knygas.



Erazmas Darvinas



Žiedams perkirpti naudotos žirklės

Didinamasis stiklas

Dramblio kaulo rankena

Įtaisyta adata, naudota žiedams perkirpti

Lęšis



Drugio sparnas

Kolekcionavimo dėžutės, vabalas ir mikroskopo objektinis stiklelis iš Dauno





DUOMENŲ RINKIMAS
Savo namuose Daune *(Downe House)* Darvinas šiltnamiuose augino daug augalų. Jis ypač domėjosi laipiojančiais, vijokliniais be vabzdžiaėdžiais augalais ir orchidėjomis. Darvinas perkirpdavo orchidėjų žiedus ir padarė keletą įdomių atradimų apie tai, kaip jie apdulkinami. Kiti gamtininkai atsiųsdavo jam sėklų arba augalų. Kai kurie sėklų pakeliai išliko iki šių dienų (dešinėje). Darvino darbai būtų išgarsinę jį kaip didį biologą, net jeigu jis ir nebūtų parašęs *Rūšių atsiradimo.*



Darvino vabalų kolekcijos dalis

VABALŲ MANIJA
Studijų metais Kembridže Darvinas buvo aistringas vabalų kolekcininkas. Čia tik dalis jo didžiulės kolekcijos. Praktinė gamtininko patirtis Darvinui labai pravertė. Diskusijose apie augalus ir gyvūnus jis galėjo remtis savo žiniomis.

VISKAS APIE SLIEKUS
Parašęs *Rūšių atsiradimą* Darvinas toliau tęsė savo gamtininko darbą. Jis jautė, kad detaliai tirti gyvus organizmus lygiai taip pat svarbu, kaip ir kurti svarbias teorijas. Viena iš jo vėlesnių knygų buvo skirta sliekams, o tai aiškiai glumino šios karikatūros autorių.



Karikatūra iš humoro žurnalo *Punch*



Darvinui atsiųstas sėklų pakelis

Sėklos



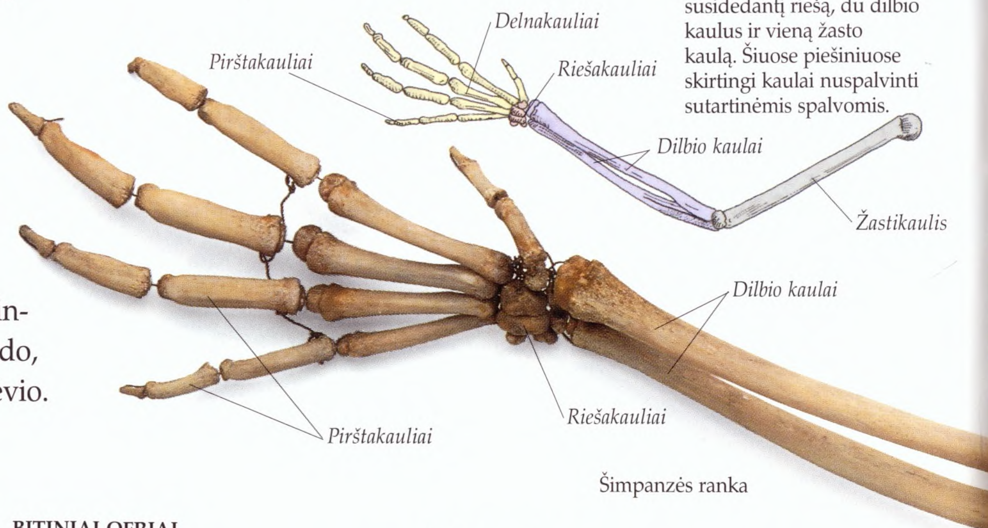
BENDRAMINTIS
Konstantinas Rafineskas buvo ekscentriškas amerikiečių gamtininkas, pastebėjęs evoliucijos vyksmą.

Gyvieji įrodymai

DARVINAS SAU IŠKĖLĖ du svarbiausius uždavinius. Pirmasis buvo išaiškinti evoliucijos mechanizmą. Jo nuomone, šis mechanizmas buvo gamtinė atranka (p. 36), kuri ir šiandien pripažįstama kaip svarbiausia evoliucijos varomoji jėga. Antrasis jo uždavinys buvo surinkti pakankamai įrodymų, kad galėtų įtikinti visuomenę, jog vyksta evoliucija. Dalį įrodymų pateikė fosilijos (p. 26) ir augalų bei gyvūnų pasiskirstymas (p. 24). Lygiai tokie pat svarbūs buvo įrodymai, gauti iš egzistuojančių gyvūnų. Evoliucijos vyksmas buvo toks aiškus, kad tą jau buvo pastebėję ir kiti gamtininkai, tarp jų ir Rafineskas (Rafinesque), kuris 1836 m. rašė: „Visos rūšys kažkada galėjo būti varietetais, o daugelis varietetų pamažu virsta rūšimis". Tokios atsitiktinės gamtininkų pastabos nebuvo labai svarbios, tačiau ignoruoti Darviną buvo sunkiau, nes jis pateikė daugybę duomenų. Vienas svarbus įrodymas buvo tas, kad visų žinduolių galūnėms būdinga ta pati pagrindinė kaulų struktūra. Tokie panašumai rodo, kad jie visi turėjo būti kilę iš bendro protėvio.



ŠIMPANZĖS RANKA
Šimpanzės ranka ir plaštaka artima pagrindinei stuburinių galūnės struktūrai: turi penkis pirštus, penkis delnakaulius, iš mažų kaulelių susidedantį riešą, du dilbio kaulus ir vieną žasto kaulą. Šiuose piešiniuose skirtingi kaulai nuspalvinti sutartinėmis spalvomis.



Šimpanzės ranka



BITINIAI OFRIAI
Šie bitiniai ofriai atrodo nepaprastai panašūs, tačiau negali tarp savęs kryžmintis, todėl kiekvienas iš jų priskiriamas atskirai rūšiai. Kiekvieną rūšį apdulkina skirtingi vabzdžiai ir tai veikia kaip izoliuojantis mechanizmas (p. 41). Ir Darvinas, ir Rafineskas buvo nustebinti labai panašių rūšių grupių, kaip šios orchidėjos. Atrodė akivaizdu, kad jos turėjo būti išsivysčiusios iš vienos rūšies protėvių. Šis protėvis tikriausiai pirma davė pradžią keliems varietetams arba porūšiams (p. 13).



Šikšnosparnis

Šikšnosparnio sparno kaulai

ŠIKŠNOSPARNIO SPARNAS
Šikšnosparnio delnakauliai ir pirštakauliai virto atrama sparno plėvelėms. Šikšnosparnio sparno ir delfino plaukmens pagrindinės struktūros panašumas yra svarus evoliucijos įrodymas.

Pelėdos sparno kaulai

Dilbio kaulai

Pelėda

Delnakaulis

Pirštakauliai

PELĖDOS SPARNAS

Kaip ir visi paukščiai, pelėda neteko dviejų iš penkių pirštų. Du iš likusiųjų trijų pirštų gale yra susilieję. Nepaisant šio skirtumo pagrindinis paukščių sparno planas yra toks pat, kaip ir visų sausumos stuburinių (žinduolių, paukščių, roplių ir varliagyvių).

Šarvuotis

Šarvuočio priekinė galūnė

Žastikaulis

ŠARVUOČIO PRIEKINĖ GALŪNĖ

Šarvuotis yra rausiantis gyvūnas, kaip ir kurmis, todėl jo priekinė koja trumpa ir stipri, kad suteiktų rausimui reikalingos jėgos. Vienas iš dilbio kaulų yra išsikišęs už alkūnės ir sukuria stiprų svertą, prie kurio prisitvirtina raumenys.

Arklio kojos apatinės dalies kaulai

Arklys

ARKLIO KOJA

Arklio kūno sandara iliustruoja didžiulius pagrindinės struktūros pokyčius. Greitam bėgimui kojos turi būti ilgos, bet stiprios. Arklio kojų kaulai pailgėjo, tačiau kojos negalėjo pasidaryti dar ilgesnės neprarasdamos jėgos. Todėl delnakauliai ir pirštakauliai užaugo ilgesni ir, kad būtų įgauta jėgos, keturi pirštai sunyko, o vidurinysis yra labai storas, su kanopa gale.

Delnakaulis

Du rudimentiniai delnakauliai

Du pirštai

Mentė

Delfino plaukmens kaulai

Dvipirščio tinginio priekinė galūnė

Dvipirštis tinginys

Žastikaulis

DELFINO PLAUKMUO

Delfinas yra jūrinis žinduolis ir jo delnakauliai pasidarė labai trumpi ir stiprūs, nes jam reikia ne kojų, o plaukmenų. Pirštakauliai yra plačiai išskėsti, kad paremtų plaukmenį. Delfino užpakalinių galūnių kaulai beveik visiškai sunykę.

Dilbio kaulai

Trumpi stiprūs pirštakauliai

Delfinas

Pirštakauliai

DVIPIRŠTIS TINGINYS

Kaip matyti iš pavadinimo, šio tinginio priekinė galūnė turi tik du pirštus, o kiti trys yra sunykę. Didžiąją laiko dalį tinginys praleidžia kybodamas aukštyn kojomis, todėl jam reikia tik dviejų stiprių paprastų pirštų su nagais.



AUGALŲ MEDŽIOTOJAS
Botanikas Džozefas Hukeris (Hooker; 1817–1911) ieškojo naujų augalų Himalajuose ir Naujojoje Zelandijoje. Jis buvo Kjū Karališkojo Botanikos sodo netoli Londono direktorius. Jis buvo geras Darvino draugas bei kolega ir daug jam papasakojo apie augalų paplitimą.

Gyvūnų ir augalų pasiskirstymas

DARVINO LAIKMEČIU vyravo pažiūra, kad kiekvieną rūšį, geriausiai atitinkančią tam tikros vietos sąlygas, sukūrė Dievas. Ši „specialaus sukūrimo" teorija, kaip išaiškino Darvinas, turėjo daug silpnų vietų. Australijoje iš Europos įvežti gyvūnai užplūdo šalį išnaikindami kai kuriuos vietinius žinduolius. Jeigu Australijos gyvūnai buvo tikrai tinkami Australijai, tada kaip galėjo tai atsitikti? Darvinas parodė, kad migracija ir evoliucija gali kur kas geriau paaiškinti būdingų gyvūnų pasiskirstymą. Svarbi jo argumentų dalis buvo salos. Žaliojo kyšulio salų gyvūnai iš esmės yra tokie patys kaip ir Afrikos, o Galapagų salų – kaip Pietų Amerikos. Kadangi šioms dviem salų grupėms būdingos beveik vienodos sąlygos, tai kodėl Kūrėjas nesukūrė joms panašių gyvūnų? Darvinas iškėlė mintį, kad augalai ir gyvūnai atkeliavo iš artimiausio žemyno. Vėliau iš kai kurių iš jų išsivystė unikalios rūšys.

Iškastinė gliptodonto kaukolė



Stora kaulinė plokštelė iš išorinės gliptodonto dangos

ŠARVUOTAS PROTĖVIS
Būdamas Pietų Amerikoje Darvinas aptiko gliptodonto *(Glyptodon)* – priešistorinio milžiniško šarvuoto gyvūno – liekanų. Jis suprato, kad šis gyvūnas buvo panašus į Pietų Amerikoje gyvenančius šarvuočius. Tokių praeities ir dabarties gyvūnus siejančių įrodymų taip pat buvo pastebėta Australijoje. Šie duomenys taip pat parėmė evoliucijos idėją.



Gliptodontas

KADAISE SALOJE
Dabartinis šarvuotis – tik vienas iš daugelio neįprastų Pietų Amerikos žinduolių. Jeigu gyvūnai ir augalai galėtų laisvai persikelti, tai visur turėtų būti maždaug tokios pačios rūšys, bet iš tikrųjų migracijai trukdo daug užtvarų, tokios kaip vandenynai, dykumos ir kalnagūbriai. Milijonus metų Pietų Amerika buvo sala ir per tą laiką ten išsirutuliojo daug unikalių žinduolių.



Dabartinis šarvuotis

Išdžiūvęs dumblas

Anties letena

Naujoji Zelandija

Šiose salose paplitusius gyvūnus galima paaiškinti remiantis evoliucija. Stiprios jūrų srovės neleido daugeliui žinduolių į jas patekti, todėl paukščiai ir vabzdžiai, atkeliavę oru, evoliucionavo ir užpildė nišas, kurias paprastai užima žinduolių rūšys.



Naujoji Zelandija

MOA IR KIVIAI

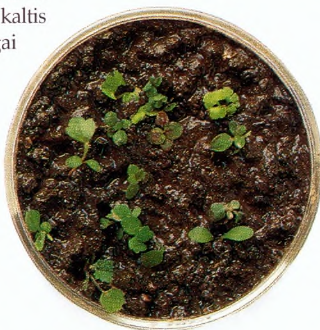
Neskraidantis kivis aptinkamas tik Naujojoje Zelandijoje; tik čia gyveno ir jau išnyko milžiniški neskraidantieji paukščiai moa. Moa ir kiviai išsivystė iš skraidančiųjų paukščių, kurie apsigyveno Naujosios Zelandijos salose prieš milijonus metų.



Kivis



Moa



Iš dumblo ima kaltis daigai

MILŽINIŠKAS SVIRPLYS

Kadangi Naujojoje Zelandijoje nėra pelių, čia išsivystė didieji krūmų svirpliai, arba vetos, užpildžiusios tą nišą, kurią kitur užima pelės. Žinduoliams yra sunkiau įveikti vandenynus negu paukščiams, ropliams ar vabzdžiams.



Veta (natūralaus dydžio)

VAIDUOKLIŠKA LETENA

Moa išmirė palyginti neseniai dėl besaikės medžioklės. Jų nesuirusių liekanų (ne fosilijų) vis dar kartais randama urvuose. Čia matome šio milžiniško paukščio leteną.

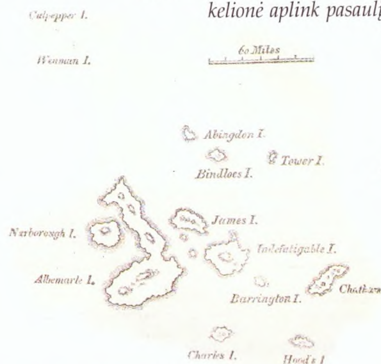
KLAJOJANTIEJI AUGALAI

Kaip į salą galėjo patekti augalai? Šis klausimas Darvinui buvo labai svarbus. Jis įsivaizdavo, kad vandens paukščiai, kurie skrenda didelius atstumus ir ilsisi salose, galėjo pernešti augalų sėklas. Darvinas nugrandė nuo paukščių letenų sauso dumblo ir sudrėkino jį vandeniu – kaip jis ir tikėjosi, prasikalė daigai.

Galapagų salos

Darvino apsilankymas Galapagų salose suteikė jam keletą puikių pavyzdžių. Šių salų gyvūnai panašūs į Pietų Amerikos gyvūnus, tačiau nemažai rūšių buvo būdingos tik Galapagų saloms.

Galapagų salų žemėlapis iš Darvino knygos *Gamtininko kelionė aplink pasaulį*



Galapagų kikiliai

DARVINO KIKILIAI

Galapagų kikiliai yra aiškiai giminingi vienam Pietų Amerikos kikilių tipui. Kiekvienai iš 13 rūšių būdingas skirtingos formos snapas. Jų snapai pritaikyti įvairiam maistui, nuo vabzdžių iki sėklų.

ATSITIKTINIS NUTŪPIMAS

Galapagų salos yra maždaug 1300 km nuo Pietų Amerikos. Visi Galapagų kikiliai tikriausiai kilo iš nedidelio iš žemyno skridusio pulko, kuris buvo vėjo nublokštas į šalį ir pasiekė salas prieš milijonus metų.



UŽPULTAS PAUKŠČIŲ

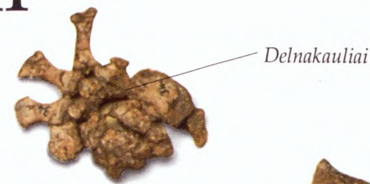
Henris Beitsas (Bates; 1825–1892) buvo vienas iš daugelio gamtininkų, kurie pirmieji tyrė nuošaliausias pasaulio vietas. Jis pateikė Darvinui duomenų apie Amazonės drėgnuosiuose miškuose paplitusius augalus ir gyvūnus.

Iškastiniai įrodymai



VIDAUS SANDARA
Perpjovus amonitą pusiau gerai matyti jo sudėtingos ertmės.

NORĖDAMAS GAUTI ĮRODYMŲ apie evoliucijos vyksmą Darvinas kruopščiai tyrė fosilinius duomenis. Jis nerado jokių šią idėją paneigiančių, tačiau aptiko daug ją patvirtinančių įrodymų. Fosilijos, žinoma, negalėjo atskleisti viso praeities vaizdo. Fosilinių duomenų spragos vis dar tiriamos ir šiandien (p. 46). Tiriant fosilinius duomenis bene įdomiausi yra iškastiniai į žinduolius panašūs ropliai. Jie atsirado maždaug prieš 300 milijonų metų ir tapo didele, labai įvairia grupe. Iš vienų dinozaurų eroje pamažu išsirutuliojo žinduoliai. Rastos fosilijos sudaro užbaigtą seką nuo roplių iki žinduolių, be jokių didesnių pertrūkių. Yra ir daugiau fosilijų serijų, rodančių panašius laipsniškus pokyčius. Darvinas manė, kad gali paaiškinti pertrūkius kitose turimų fosilijų dalyse, tačiau jam nedavė ramybės, regis, staigus gyvūnijos atsiradimas Žemėje maždaug prieš 570 milijonų metų, vadinamajame kambro periode (p. 60).













BEVEIK ŽINDUOLIS
Tai vadinamojo *Procynosuchus*, į žinduolius panašaus roplio, žinomo kaip cinodontas, iškastiniai griaučiai. Jis priklausė tiems cinodontams, iš kurių išsivystė tikrieji žinduoliai, todėl jam būdinga daugiau žinduoliškų bruožų, negu jo pirmtakams.

Kambro sprogimas

Darvino atsakymas į staigaus gyvybės atsiradimo kambro periode priežastis („kambro sprogimą") buvo prielaida, kad ištyrus daugiau prekambro uolienų jose bus aptikta fosilijų. Taip iš tikrųjų ir įvyko, tačiau radinius sudaro daugiausia iškastinės bakterijos, kurios pernelyg paprastos, kad galėtų būti tiesioginiai kambro gyvūnų protėviai. Vieninteliai didesni prekambro organizmai yra priskiriami vadinamajai Ediakaros faunai (p. 47), bet jie nelabai panašūs į vėlesnius organizmus ir tikriausiai visiškai išmirė. Kol kas nerasta jokių konkrečių kambro periodo gyvūnų protėvių.







ĮVAIRIOS GYVYBĖS FORMOS
Visi šie uolienų luitai – iš kambro periodo. Juose yra labai įvairių kiautuotų gyvūnų liekanų – jūrinių moliuskų (toliau kairėje), kelių rūšių trilobitų (viduryje) ir *Ridersia* vadinamo gyvūno. Jų atsiradimas fosiliniuose radiniuose labai staigus ir tiesioginiai jų protėviai dar lieka paslaptimi.



SENOVINĖS LĄSTELĖS
Apskritimai ant šios prekambro uolienos yra suakmenėjusios melsvabakterių, arba melsvadumblių, kolonijos. Norėdami patikrinti, ar tai buvo gyvi padarai, mokslininkai dabar gali panaudoti uolienos cheminę analizę. Šis būdas dar buvo neprieinamas tiriant *Eozoon* (žr. dešinėje). Pasitelkus skenuojamąjį elektroninį mikroskopą galima pamatyti net jų sandaros detales.

SUSISUKUSIOS KRIAUKLĖS
Šie iškastiniai nautilidai nėra išdėstyti pagal vystymosi seką, tačiau jie padeda nustatyti evoliucijos etapus, kurių metu susiformavo jūrinių gyvūnų, vadinamų amonitais, spirale susisukusios kriauklės (toliau kairėje). Ankstyviausioje stadijoje atsirado kriauklė, padalyta į ertmes, kurių dauguma buvo pripildytos oro ir veikė kaip plūdė. Ši plūdė pasirodė esanti naudinga, bet išsivysčius didesnėms rūšims moliuskams būtų sunku plaukiant vairuoti ilgą plūduriuojančią kriauklę. Ši problema buvo išspręsta kriauklei susisukus spirale.



Trumpa kriauklė

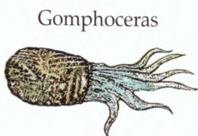


Ilgėjanti kriauklė

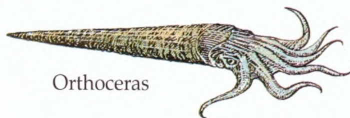
Ertmes turintis vidus

Kriauklė pradeda susisukti

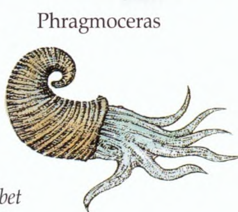
Kriauklė darosi vis labiau susukta ir sudėtingesnė



Gomphoceras



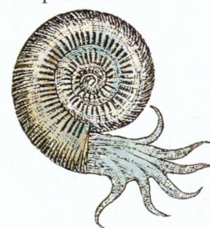
Orthoceras



Phragmoceras



Cenoceras



Stephanoceras



Kaip ir tikras roplys, bet skirtingai nuo žinduolio, išilgai nugaros Procynosuchus *turi šonkaulius iki pat pečių lanko*

Viršutinės kojos dalies kaulas

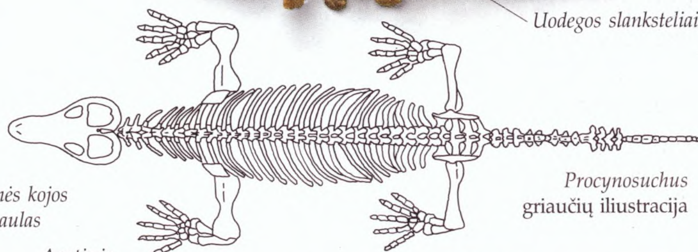
Apatinės kojos dalies kaulai

Dubens lankas

Dubens lanko dalis

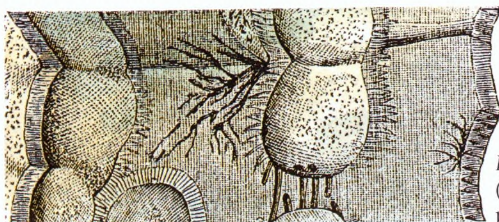
Uodegos slanksteliai

PUSIAUKELĖJE
Nemažai žemiau iliustruoto *Procynosuchus* griaučių požymių atskleidžia jo tarpinę padėtį tarp roplių ir žinduolių. Pavyzdžiui, kaip ir roplių, apatinis žandikaulis vis dar susideda iš kelių kaulų, tuo tarpu žinduolių žandikaulis susideda tik iš vieno kaulo. Vis dėlto, jei ropliai turi vienodų dantų eiles, tai *Procynosuchus* turi skirtingų tipų dantis, specializuotus įvairiam darbui, kaip ir žinduoliai. Išilgai stuburo iki pat pečių lanko yra šonkauliai, kaip ir tikrojo roplio, tačiau kaukolė, kaip ir žinduolio, turi sinapsinę angą. Kojos išskėstos į šonus kaip driežo, tačiau būtiniausiu atveju cinodontai tikriausiai galėjo patraukti jas po kūnu, kad galėtų greičiau bėgti, kaip tą daro krokodilai. Iš fosilijų nematyti, ar žvynai jau buvo virtę kailiu, bet mokslininkai mano, kad *Procynosuchus* veikiau turėjo kailį.



Procynosuchus griaučių iliustracija

NETIKROS FOSILIJOS
Kai Kanadoje prekambro uolienose pirmą kartą buvo rasta „fosilijų", Darvinas buvo sužavėtas. Jos buvo pavadintos *Eozoon* („aušros gyvūnu"), tačiau išaiškėjo, kad tai viso labo tebuvo kristalai.

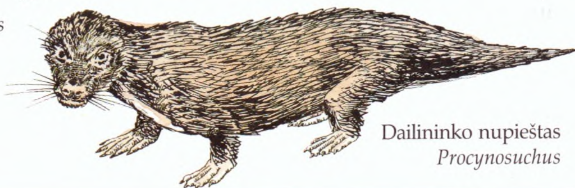


Eozoon „fosilija" (XIX amžiaus piešinys)



Viršutinės kojos dalies kaulas

Apatinės kojos dalies kaulas



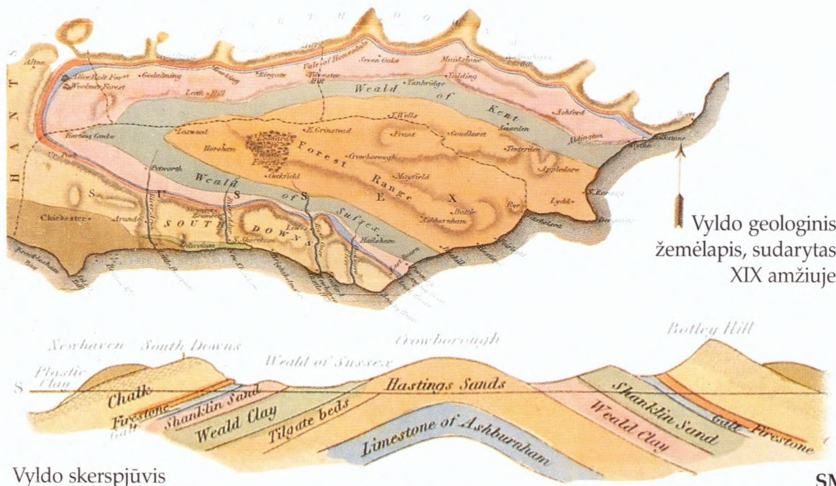
Dailininko nupieštas *Procynosuchus*

Žemės amžius



LĖTAI VEIKIANČIOS JĖGOS
Čarlso Lajelio (Lyell; 1797–1875) suformuluotos geologinės teorijos buvo atsakas Kiuvjė katastrofų teorijai (p. 16). Lajelis aiškino geologinius procesus remdamasis vien tik dabar veikiančiomis jėgomis, o ne pasikliaudamas seniai įvykusiomis ir neįsivaizduojamomis katastrofomis, kaip kad Kiuvjė. Kadangi dabartinės jėgos pasireiškia labai lėtai, Žemė turi būti be galo sena, teigė Lajelis.

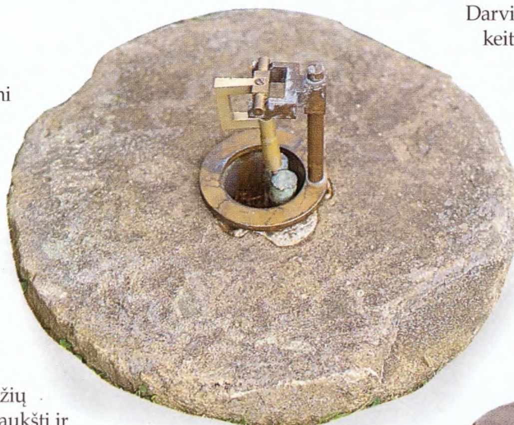
IŠNAGRINĖJĘS FOSILIJŲ (p. 26) ir gyvų organizmų (p. 22 ir 24) duomenis Darvinas įsitikino, kad evoliucija iš tikrųjų vyksta. Tuo pačiu metu jis klausė savęs, *kaip* ji galėjo vykti. 1838 m. jis suformulavo gamtinės atrankos teoriją (p. 36). Akivaizdus gamtinės atrankos bruožas yra tas, kad ji negali veikti greitai, nes yra ne tikslinga, o veikiau atsitiktinė. Darvinas žinojo, kad evoliucijai vykti gamtinės atrankos būdu reikia labai daug laiko, nes Čarlso Lajelio *Geologijos pagrindai* jį įtikino, jog Žemė yra daugelio šimtų milijonų metų senumo. Nuo Lajelio laikų geologiniai tyrimai patvirtino jo pagrindines mintis ir Lajelis laikomas šiuolaikinės geologijos pradininku. Tačiau 1866 m. fizikas Viljamas Tomsonas užsipuolė ir Lajelį, ir Darviną teigdamas, kad Žemės amžius yra daugiausia 100 milijonų metų. Jo skaičiavimai buvo paremti Žemės šilumos išeikvojimo tempais, dabartine išorinės plutos temperatūra ir prielaida, kad pradžioje ji buvo ištirpusi. Darvinas tai pavadino „viena iš savo skaudžiausių bėdų" ir vėlesniuose *Rūšių atsiradimo* leidimuose sumenkino gamtinės atrankos reikšmę pabrėždamas kitus galimus mechanizmus, kurie, jo nuomone, veiktų greičiau. Tomsono esminė klaida išaiškėjo tik 1904 m.



Vyldo geologinis žemėlapis, sudarytas XIX amžiuje

Vyldo skerspjūvis

VYLDO AMŽIUS
Domėjimasis Žemės amžiumi ir kaip jis gali būti apskaičiuotas paskatino Darviną atlikti kelis eksperimentus ir apskaičiavimus. Pietų Anglijos sritis, kurioje jis gyveno, vadinama Vyldu. Ji susidarė iš nuosėdų sluoksnių, kurie susiklostė po jūra, vėliau buvo iškelti aukštyn kalnų pavidalu, o paskui sudūlėjo. Darvinas pabandė nustatyti Vyldo amžių apskaičiuodamas jo pradinį aukštį ir erozijos tempus. Jo nustatyti tempai buvo per lėti, o 300 milijonų metų data – gerokai klaidinga. Vyldo amžius tėra 20–30 milijonų metų.



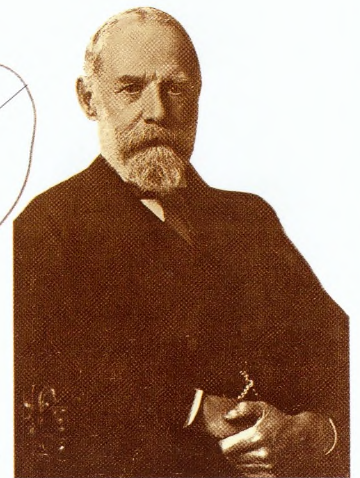
Akmuo, įrengtas prie Darvino namų Daune

SMENGANTIS AKMUO
Darvino domėjimasis laiku ir kaip jis keitė Žemę įgavo naują posūkį, kai jis ėmė tirti sliekus (p. 21). Darvinas manė, kad dėl sliekų veiklos dirvožemyje pastatai iš lėto susmegs į žemę. Norėdamas išmatuoti smigimo greitį jis padėjo vejoje prie namų girnapusę, o šis specialus prietaisas buvo sukurtas matuoti, kaip giliai per metus nugrimzdavo girnų akmuo.





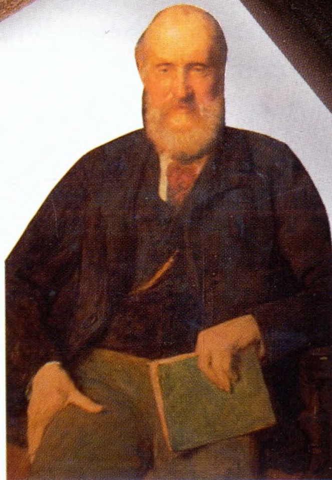
Ankstyvasis Geigerio skaitiklis, naudotas radioaktyvumui matuoti



NETEISINGAS ATSAKYMAS
Radioaktyvioji spinduliuotė buvo atrasta 1896 m., o 1903 m. Pjeras Kiuri (Curie) išaiškino, kad radžio druskos nuolat išskiria šilumą, įkaitindamos Žemės plutą. Tomsonas to nežinojo ir visiškai neteisingai apskaičiavo Žemės amžių. Tačiau jis pareiškė arogantišką mintį, kad fizika yra pranašesnis mokslas už geologiją ir biologiją. Taigi, manė jis, vienas jo apskaičiavimas gali būti viršesnis už visus įrodymus, surinktus Lajelio ir Darvino.



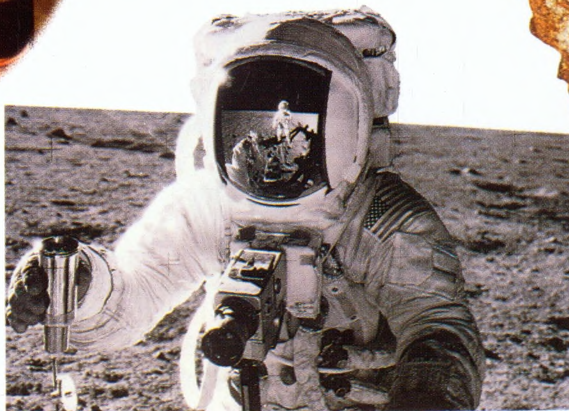
SŪNUS ASTRONOMAS
Džordžas Darvinas (Darwin; 1845–1913), vienas iš dešimties Čarlso vaikų, buvo matematikas ir astronomas. Paprašytas tėvo patikrinti Tomsono Žemės amžiaus apskaičiavimus jis priėjo išvadą, kad matematiškai jie buvo teisingi. Vėliau Džordžas Darvinas buvo tarp pirmųjų, pripažinusių, kad radioaktyvumas nuolat šildo Žemės plutą, dėl to Tomsono apskaičiavimai tapo bereikšmiai.



LORDAS KELVINAS
Viljamas Tomsonas (Thomson; 1824–1907) buvo britų fizikas, vėliau tapęs lordu Kelvinu. Jis ir jo šalininkai turėjo kai kurių religinių motyvų užsipulti Darviną. Kaip ir daugeliui kitų žmonių, jiems nepatiko tas faktas, kad gamtinėje atrankoje nepasireiškė tikslas ar kryptis.

RADIOMETRINIS DATAVIMAS
Uolienose esantys radioaktyvieji elementai dabar leidžia tiksliai nustatyti uolienų amžių. Kiekvienas radioaktyvusis elementas skyla pastoviu greičiu ir visada sudaro tą patį produktą. Pavyzdžiui, kalis 40, randamas vulkaninėse uolienose, skildamas sukuria argoną 40. Kuo senesnė uoliena, tuo daugiau joje argono 40. Pirmaprades Žemės uolienas labai seniai suardė vėjas ir lietus, tačiau pagal seniausių uolienų amžių (3,9 milijardo metų) ir apytikriai apskaičiuodami erozijos tempą geologai nustatė, kad Žemės amžius yra 4,5 milijardo metų.





MĖNULIO UOLIENOS
Iš Mėnulio atgabenti uolienų pavyzdžiai geologams pasirodė naudingi. Mėnulis ir Žemė susiformavo tuo pačiu metu, bet kadangi Mėnulyje nėra atmosferos, jame nevyksta erozija. Kaip ir buvo tikėtasi, geologų apskaičiavimai parodė, kad Mėnulio uolienų amžius – 4,5 milijardo metų.

PATVIRTINTAS AMŽIUS
Meteoritai susiformavo tuo pačiu metu, kaip ir Žemė. Radiometrinis datavimas rodo, kad jiems yra 4,5 milijardo metų. Tiek Mėnulio uolienų, tiek meteoritų amžius patvirtino Žemės amžių, kurį apskaičiavo šiuolaikiniai geologai.



NEĮMANOMAS AUGALAS
Kol kas dar niekam nepavyko išvesti kopūsto, kuris užaugtų sulig medžiu.

Dirbtinė atranka

IEŠKODAMAS EVOLIUCIJOS ĮRODYMŲ Darvinas atkreipė dėmesį ir į naminius gyvulius bei kultūrinius augalus. Jo laikmečiu buvo padaryta didelė pažanga dirbtinės atrankos, arba atrankinio veisimo būdu išvedant naujas augalų ir gyvulių atmainas. Buvo parenkami tie individai, kurie pasižymi norimomis savybėmis ir veisiama tik iš jų, atsisakant likusiųjų. Žinodamas mastą, kuriuo tam tikros augalų ir gyvulių rūšys buvo pagerintos per ankstesnius 50 metų, Darvinas įrodinėjo, kad per tūkstančius metų galimi kur kas didesni pokyčiai. Tai leido jam spėti, kad, pavyzdžiui, visos avių veislės yra kilusios iš vieno protėvio. Kiti gamtininkai su tuo nesutiko – jie manė, kad kiekviena veislė turėjo būti kilusi iš skirtingų laukinių rūšių. Vienas gamtininkas netgi iškėlė mintį, kad kadaise Didžiojoje Britanijoje buvo *vienuolika* laukinių avių rūšių, kurių niekur kitur pasaulyje nėra. Darvinas nurodė, kaip tai nepanašu į tiesą, nes visi Britanijoje paplitę žinduoliai aptinkami ir Europoje. Vėlesni įrodymai patvirtino, kad Darvinas buvo teisus: visos skirtingos avių veislės buvo iš tiesų išvestos atrankinio veisimo būdu tik iš vieno protėvio. Tą patį galima pasakyti ir apie kitus prijaukintus gyvūnus, pavyzdžiui, karves, šunis ir arklius.



UOLINIS KARVELIS
Šis laukinis paukštis yra naminių karvelių protėvis. Iš jo yra kilusios visos skirtingos nelaisvėje laikomos karvelių veislės.



DARVINO POMĖGIS
Be arklio, Darvinas dar laikė triušius, vištas, antis ir karvelius. Jis kryžmino skirtingų veislių karvelius ir jį stebino tai, kad jaunikliai dažnai būdavo tų pačių spalvų, kaip ir uolinis karvelis, net jeigu nei vienam iš tėvų jos nebuvo būdingos. Darvinas suvokė, kad uolinis karvelis turėjo būti visų jų protėvis.



KARVELIŲ VEISLĖS
Čia matome kelias iš daugelio skirtingų karvelių veislių, kurias tyrė Darvinas. Jis jautė, kad jeigu tiek daug pokyčių gali pasireikšti atrankinio veisimo metu, tai panašūs pokyčiai turėjo įvykti veikiant vien tik gamtos jėgoms.



SENOVINIAI GALVIJAI
Senovės Egipto kapaviečių sienų paveiksluose vaizduojami įvairiausių veislių galvijai. Kai kurių gamtininkų nuomone, šie paveikslai įrodo, kad kiekviena veislė kilo iš skirtingos rūšies. Šiaip ar taip, visos šios veislės egzistavo jau prieš tūkstančius metų. Darvinas teigė, kad nėra jokios priežasties manyti, jog egiptiečiai buvo pirmieji gyvulių augintojai: veisti atrankos būdu galbūt imta dar anksčiau. Dabar yra daugybė įrodymų, kad ši mintis buvo teisinga.

Vyšniniai pomidorai

MILŽINIŠKAS ŠUO
Airių volfhaundas – vienas didžiausių šunų: jo aukštis ties gogu gali būti 1 m. Pats mažiausias šuo, čihuahua, siekia tik 20 cm aukštį. Jų DNR (p. 52) tyrimai parodė, kad visos šunų veislės yra kilusios iš pilkojo vilko.

BEUODEGĖ KATĖ
Meno katė buvo specialiai išvesta be uodegos. Veisti kates atrankos būdu yra sunkiau negu šunis, nes jos mėgsta naktimis klajoti ir poruotis kaip joms patinka. Daugelis šunų veislių buvo išvesta naudingiems tikslams, o tai paaiškina, kodėl jie įvairesni už kates.


Meno katė

Airių volfhaundas

DIDELIS, DIDESNIS
Augalų selekcininkai, kaip matyti iš šių pomidorų, gali lengvai išvesti mažesnes arba didesnes veisles. Jų protėvis buvo rastas Pietų Amerikoje, o jo mažytis vaisius ne didesnis už raudonąjį serbentą.

Didysis pomidoras

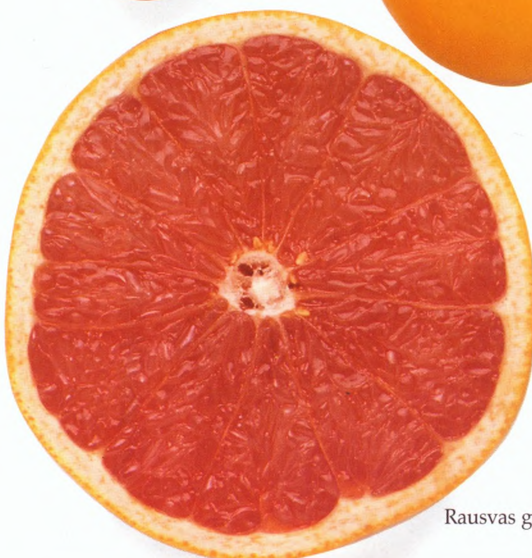
PLIKAS ŠUO
Kinų kuoduotasis šuo yra plikas, išskyrus ilgus plaukų kuokštus ant galvos ir uodegos. Selekcininkai gali pakeisti šuns temperamentą, dydį, formą ir spalvą. Jo kailis gali būti ilgas arba trumpas, tiesus arba garbanotas.


Kinų kuoduotasis šuo

KEISTI VAISIAI
Geltoni pomidorai ir raudoni greipfrutai – tik du iš neįprastos spalvos vaisių, kuriuos sukūrė augalų selekcininkai. Darvinas buvo įsitikinęs, kad dirbtinė atranka nurodo būdą, kuriuo galėjo vykti evoliucija – veikiant procesui, kurį jis pavadino gamtine atranka (p. 36).

BESĖKLIAI VAISIAI
Gamtoje vaisiai egzistuoja todėl, kad išplatintų sėklas. Jeigu juose nebūna sėklų, jaunas vaisius paprastai nuvysta ir žūva. Selekcininkams pavyko to išvengti. Jie išvedė tam tikrus vaisius, tarp jų bananus, kai kurias vynuoges bei apelsinus, kurie neturi sėklų.


Geltonasis pomidoras


Rausvas greipfrutas


Besėklis apelsinas


Visi kultūriniai bananai sėklų neturi


Besėklės vynuogės

Kintamumas ir paveldimumas





NĖ DVIEJŲ VIENODŲ
Kintamumas gerai matyti iš pajūrio moliusko *Nerites* kriauklės spalvų ir raštų. Ne visada kintamumas esti toks akivaizdus, kaip šiuo atveju. Kriauklės dydžio arba storio pokyčiai gali būti visiškai menki ir nepastebimi, tačiau tai turi įtakos gyvūnų išlikimui. Vidinių savybių tyrimai rodo dar didesnius skirtumus tarp atskirų individų.

1837 ČARLSAS DARVINAS jau buvo tikras, kad vyko evoliucija, ir daug mąstė apie jos varomąsias jėgas. Kurį laiką jis manė, kad tai paaiškina Lamarko teorija apie organizmų norą keistis (p. 12), bet netrukus Darvinas pamatė jos silpnąsias vietas. Jis ėmė domėtis viskuo, kas galėjo duoti atsakymą į šį sunkų klausimą, tarp jų ir kultūrinių augalų, naminių gyvulių bei kambarinių gyvūnų veisimu (p. 30). Klausinėdamas selekcininkų jis sužinojo, kad šie tarp individų pasirenka nežymius, tačiau jiems svarbius skirtumus. Pavyzdžiui, šunų selekcininkas pasirinkdavo kurią nors savybę ir sukryžmindavo ją turinčius du šunis. Iš palikuonių būdavo išsirenkami tie šuniukai, kurie tą pasirinktą savybę paveldėdavo. Kartojant tai per kelias kartas, ši savybė darydavosi vis ryškesnė. Darvinas manė, kad panašus procesas galėjo vykti ir gamtoje, ir pavadino jį gamtine atranka (p. 36). Evoliucijai vykti buvo būtini trys veiksniai: genetinis paveldimumas, kintamumas ir konkurencija. Kad vyko paveldimumas, nebuvo jokios abejonės, tačiau Darvinas iš tikrųjų niekada nesuprato, kaip jis vyksta. Individų kintamumas ir konkurencija, arba kova dėl būvio (p. 34) taip pat buvo akivaizdūs. Konkurencija gamtoje atliko tą patį vaidmenį, kaip ir šunų selekcininkas, „atrinkdama" tam tikrus individus veisimuisi ir atmesdama kitus.



Normalus karšulis

Įvairios *Nerites* kriauklės

MUTANTINIS KARŠULIS
Ilgagalvis karšulis yra karšulio mutantinė forma, turinti ne tiesius, bet išlenktus dyglius ant sėklų galvutės. Mutantai buvo pastebėti XIX amžiuje, tačiau tik XX amžiuje juos ėmė sistemingai tirti genetikai (p. 51). Mutantai atsiranda dėl staigaus DNR pokyčio, arba mutacijos. Šis pokytis atsitinka dėl to, kad dauginantis ląstelėms netiksliai nukopijuojama DNR (p. 53). Mutacijų nediktuoja augalo arba gyvūno poreikiai. Iš tikrųjų dauguma mutacijų yra kenksmingos ir mutantai miršta jauni. Tačiau kai kurios mutacijos būna naudingos ir yra svarbiausias pakitimų, kuriais pasinaudoja gamtinė atranka, šaltinis.



Ilgagalvis karšulis



KINTANTIS DRUGYS
Kintamumas yra labai akivaizdus drugio mažojo auksinuko atveju. Priklausomai nuo aplinkybių, vieniems jų gali sektis geriau už kitus. Pavyzdžiui, vėsią vasarą tamsesni drugiai greičiau sušyla saulėje, nes tamsesnės spalvos geriau sugeria šilumą.

Darvinas ir paveldimumas

Didžiausia Darvino problema buvo paveldimumas. Jis buvo klaidingai įsitikinęs, kad įgyti požymiai (p. 13) yra paveldimi. Tačiau skirtingai nuo Lamarko, Darvinas nepadarė to kertiniu savo teorijos akmeniu. Jis manė, kad svarbesni yra atsitiktinis kintamumas ir atranka. Dar didesnę klaidą Darvinas darė manydamas, kad tėvų požymiai susilieja palikuonyse. Jis suprato, kad jeigu paveldimumas iš tiesų susijęs su požymių susiliejimu, tai ši aplinkybė trukdytų vykti evoliucijai gamtinės atrankos būdu, nes jei vienas iš tėvų turėtų naudingą naują požymį, palikuonyje jis susilpnėtų. Nepaisant to, jis negalėjo sugalvoti jokios alternatyvos.

Normalus jauniklis

Jauniklis albinosas



ŠEIMOS BRUOŽAI
Paveldimumas yra akivaizdus daugelyje šeimų. Tačiau neretai vaikai būna panašūs ne į savo tėvus, bet į senelius arba kitus giminaičius. Darviną tas glumino, tačiau vėliau genetikai suprato, kad kalti dėl to yra dominantiniai ir recesyviniai genai (p. 51).

SPALVOS IŠLIKIMAS
Darvinas žinojo, kad sukryžminus albinosę ir normalią peles, spalvos palikuonyse nesusilieja. Jis rado kelis kitus pavyzdžius, tačiau manė, kad tai yra tik keisti atvejai, taisyklės išimtis. Iš tikrųjų taip vyksta dėl paveldimumo ir tą įrodė Mendelis (p. 51).



Normalus Džungarijos žiurkėno tėvas



Albinosė Džungarijos žiurkėno motina



Kova dėl būvio

DAUGELIS GYVŪNŲ kasmet padeda šimtus kiaušinių. Tik labai mažai iš jų išlieka ir tampa suaugėliais – tai bet kuriam gamtininkui akivaizdus faktas. Poetas Alfredas Tenisonas irgi tai suvokė, kai 1833 m. rašė: „Argi Dievas ir gamta taip nesutaria, kad gamtoje vyksta tokie blogi dalykai? Rūpindamasi visuma, atrodo, ji yra abejinga atskirai gyvybei". Kitaip negu Tenisonas, dauguma žmonių bevelijo ignoruoti faktus ir matyti gamtą laimingą ir harmoningą – tokią pažiūrą išpopuliarino kunigas Viljamas Peilis (p. 38). Darvinas žinojo, kad labai daug augalų ir gyvūnų žūva, tačiau jam prireikė daugelio metų suvokti, kad ši gyvybės netektis galėjo būti evoliucijos varomoji jėga. Tą suprasti jam padėjo gamtininkas ir dvasininkas kunigas Tomas Maltusas. 1798 m. Maltusas išspausdino darbą *Gyventojų skaičiaus dėsnio tyrimas,* kuriame įrodinėjo, kad visi gyvi organizmai turi tendenciją gausėti kur kas greičiau, negu didėja maisto ištekliai, ir kad žmonių skaičių galima kontroliuoti badavimu ir ligomis. Darvinui šios idėjos buvo gerai žinomos, tačiau Maltuso veikalą jis perskaitė tik 1838 m. Kai tik jį perskaitė, jam akimirksniu kilo mintis apie gamtinę atranką (p. 36), padėdama jam suteikti prasmę visiems ankstesniems stebėjimams. Vis dėlto, Darvinui visą laiką nedavė ramybės „gamtos niokojantys darbai". Jis guodė save mintimi, kad „gamtos karas nėra nesiliaujantis, kad nejuntama jokia baimė ir mirtis paprastai būna greita, o stiprieji, sveikieji ir laimingieji išlieka ir dauginasi".



VARGŠŲ MARINIMAS BADU
Kunigas Tomas Maltusas (Malthus; 1766–1834) buvo malonus žmogus, tačiau jo veikalas paskatino išleisti Didžiojoje Britanijoje naują žiaurų Vargšų įstatymą. Šis įstatymas atimdavo iš vargšų pašalpas, jeigu jie neidavo į kalėjimą panašias vargšų prieglaudas, kur vyrai ir žmonos būdavo atskiriami. Neturtingų žmonių maitinimas, Maltuso nuomone, ilgainiui tik dar labiau padidina skurdą, nes vargšai tada turi daugiau vaikų.





Kiaulpienės žiedas

SĖKMĖ IR IŠLIKIMAS
Vienas kiaulpienės žiedas subrandina dešimtis sėklų. Vėjas nupučia jas šalin ir nėra jokios garantijos, kad jos nusileis į dirvožemį, kuriame galės suklestėti. Dauguma sėklų niekada nesudygsta. Kurios sėklos pateks į gerą vietą, neabejotinai lemia atsitiktinumas. Tačiau toms sėkloms, kurios šioje stadijoje išlieka, prasideda nauja kova: kova dėl drėgmės, šviesos ir erdvės. Šiose varžybose atsitiktinumui tenka mažesnis vaidmuo: daug svarbesnės tampa paties augalo savybės.



Tankiai išsidėsčiusios sėklos

Kiaulpienės galvutė su sausomis sėklomis, pasirengusiomis išsisklaidyti



Kiaulpienės galvutė po to, kai vėjas nupūtė sėklas



Dešimtys sėklų iš vienos galvutės



KOVOJANT DĖL ERDVĖS

Kaip ir dauguma jūrinių paukščių, perėjimo metu smigikai yra lengvai pažeidžiami plėšrūnų, todėl jie peri tik mažose uolėtose salelėse, kur nėra žiurkių ar lapių, kurios sunaikina jų kiaušinius ir jaunikliu s. Kadangi tinkamų salų nedaug, jos būna perpildytos. Gyvūnų konkurencija dėl perėjimo vietų – dar vienas kovos dėl būvio aspektas.

MEDŽIOTOJAS IR GROBIS

Liesas ir alkanas baltasis lokys persekioja sniege vikrią poliarinę lapę. Viena svarbiausių kovos dėl būvio pusių yra poreikis ėsti ir poreikis išvengti būti suėstam kitų.





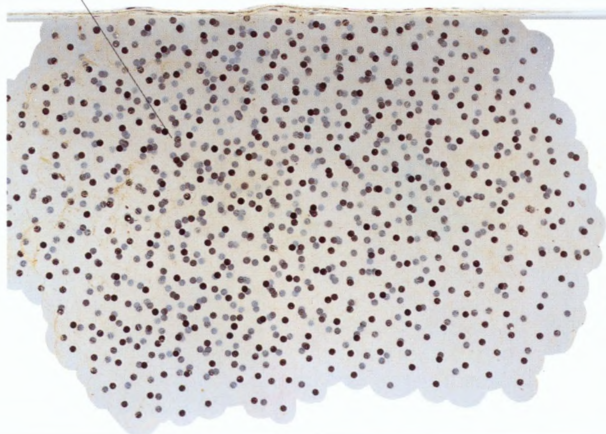
Varlytės, išsiruošusios į platųjį pasaulį

Varlės išneršti ikrai



KRUVINAIS DANTIMIS IR NAGAIS

1833 m., likus ketvirčiui amžiaus iki Darvino veikalo *Rūšių atsiradimas* paskelbimo, poetas Alfredas Tenisonas (Tennyson) parašė poemą *In memoriam (Atminčiai)*. Joje yra įsimintina eilutė: „Gamta kruvinais dantimis ir nagais". Ši frazė vėliau ėmė simbolizuoti žmonių priešiškumą gamtinės atrankos idėjai. Jie reagavo taip, tarsi Darvinas būtų išgalvojęs kovą dėl būvio, o ne tiesiog ją aprašęs.



Ikrai

SKAIČIŲ ŽAIDIMAS

Per vienerius metus varlė gali išneršti kelis šimtus ikrų. Jeigu iš jų visų išsivysčiusių suaugę individai ir patys turėtų palikuonių, per 10 metų varlės iki kelių užtvindytų pasaulį. Be abejo, dauguma jų žūsta. Dalį ikrų ir buožgalvių pražudo parazitiniai grybeliai, dalį – plėšrūnai. Iš kelių dešimčių kasmet išlikusių varlyčių veikiausiai tik viena ar dvi išgyvens tiek ilgai, kad galės daugintis.



Suaugusi varlė

Gamtinė atranka



DIDIEJI PROTAI
1858 m. anglų gamtininkas Alfredas Volis (Wallace; 1823–1913) parašė Darvinui iš Malajų salyno, klausdamas jo nuomonės apie trumpą straipsnį, kurį buvo parašęs. Darvino nusivylimui, jame buvo išdėstyta gamtinės atrankos idėja. Volis nežinojo, kad Darvinas šią idėją nagrinėjo jau 20 metų.

KAIP VYKSTA EVOLIUCIJA? Čarlso Darvino atsakymas buvo, kad ji vyksta per gamtinę atranką. Jis suvokė, kad rūšies viduje tarp individų visada yra tam tikrų skirtumų (p. 32), todėl vieni yra šiek tiek didesni, kiti turi storesnį kailį arba truputį ilgesnes kojas. Jis taip pat suprato, kad egzistuoja kova dėl būvio (p. 34), nes gimsta daugiau individų negu gali išlikti. Tam tikru mastu jų išgyvenimą nulemia atsitiktinumas, bet kartais tai priklauso ir nuo individo savybių. Ilgesnes kojas turintis gyvūnas bėgs greičiau ir šitaip paspruks nuo plėšrūno. Gyvūnas, turintis storesnį kailį, išgyvens šaltą žiemą. Tik išlikę gyvi individai turi galimybę atsivesti jauniklių – štai čia didelę reikšmę turi paveldimumas (p. 33). Jeigu ilgesnės kojos arba storesnis kailis perduodami kai kuriems palikuonims, tai tas naudingas savybes kitoje kartoje jau turi daugiau gyvūnų. Po kelių šimtų kartų šie nežymūs pakitimai gali prisidėti prie didesnio ir pastebimo skirtumo. Darvinas manė, kad šio proceso dėka atsiranda prisitaikymas prie aplinkos (p. 38) ir šitaip, esant pakankamai daug laiko, galėtų atsirasti naujos rūšys.

Gamtinės atrankos idėja gimė Darvinui 1838 m., bet jis dar 20 metų gvildeno šią idėją ir rinko daugiau įrodymų. Jis būgštavo dėl ginčių, kuriuos galėjo sukelti jo teorija ir tas irgi vertė jį atidėlioti jos paskelbimą. Jeigu Alfredas Volis (viršuje kairėje) nebūtų priėjęs panašių išvadų, Darvinas galėjo išvis niekada jos nepaskelbti.



ŽIEMA ŽUDO
Šis erelis, žuvęs nuo šalčio ir bado, visiems laikams neteko galimybės duoti palikuonių. Kitas erelis, turintis tankesnes plunksnas arba geresnius sugebėjimus medžioti, galbūt išgyvens ir pavasarį turės jauniklių.

Drugiai ant šviesios žievės



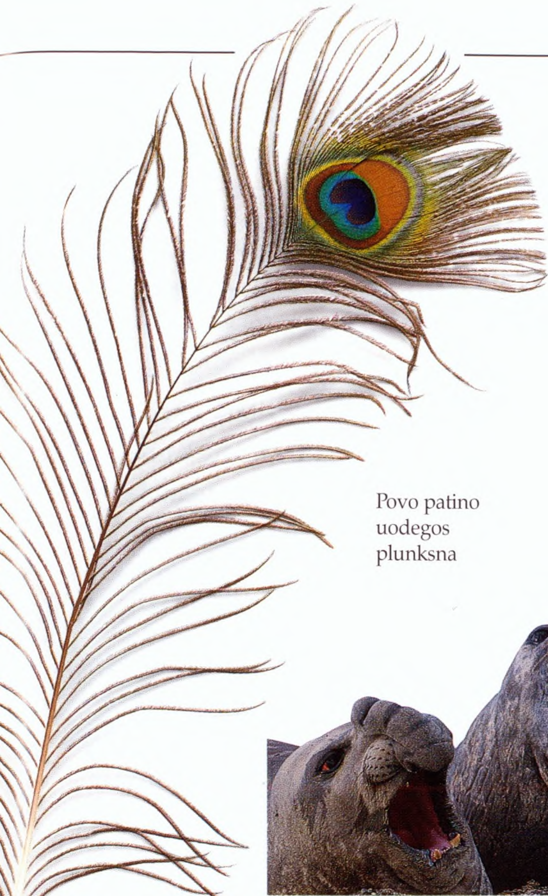
Pramoninė tarša XIX amžiaus Anglijoje



SLEPIANČIOS SPALVOS
XIX amžiuje šiaurinės Anglijos pramoniniuose rajonuose pasireiškė puikus gamtinės atrankos pavyzdys, nors niekas tuo metu nesuvokė jo svarbos. Drugiai beržiniai šeriasprindžiai dieną ilsisi ant medžių kamienų. Jų blankūs dėmėti sparnai yra nepastebimi kerpių, augančių ant medžių kamienų, fone, ir tai saugo drugius nuo vabzdžialesių paukščių. Nuo taršos kerpės žūva ir augant pramonei medžių žievė pajuodavo nuo suodžių, išmetamų iš fabrikų kaminų. Mutacijos būdu (p. 32) atsirado tamsios beržinių šeriasprindžių atmainos, kurios buvo geriau užsimaskavusios negu pradinė forma. Pamažu tamsios formos darėsi vis dažnesnės.

Drugiai ant tamsios žievės





Povo patino uodegos plunksna

Lytinė atranka

Be gamtinės atrankos, Darvinas nustatė dar vieną svarbų mechanizmą – lytinę atranką. Poravimosi metu gyvūnai yra labai išrankūs partnerio atžvilgiu. Paprastai patelė pasirenka patiną arba patinai kovoja dėl patelių. Tačiau kartais patelėms tenka varžytis dėl patinų arba išsirinkti gali abu partneriai. Sėkmę lemiančios ypatybės yra labai įvairios, nuo fizinės jėgos iki ryškių plunksnų. Savo požymius kitai kartai perduoda tiktai poruotis pasirinkti gyvūnai.



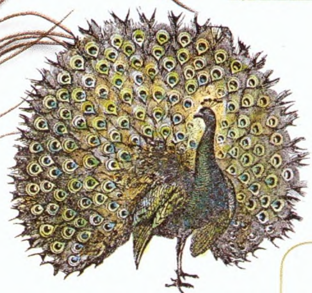
Žiedai

Gerai maitinamas augalas turi daug žiedų, kurie duos daugiau sėklų ir daugiau palikuonių



KOVA DĖL POROS
Jūrų dramblio patinai kovoja dėl teisės poruotis. Paplūdimiuose, kuriuose jie kasmet veisiasi, teritoriją išsikovoja tik keli patinai. Šie teritorijos savininkai, kurie nuveja šalin varžovus, suburia patelių haremą ir su visomis poruojasi. Tokios lytinės atrankos dėka patinai užauga stambūs ir stiprūs. Patelės yra beveik perpus už juos mažesnės.

Spartus augimas



VILIOJANTI UODEGA
Lytinės atrankos procese patinai dažniausiai vilioja pateles. Povai puikuojasi prieš pateles savo uodega ir šios pasirenka gražiausiai atrodantį patiną. Iš pradžių palankumą ryškioms plunksnoms lėmė tai, kad jos rodė, jog patinas sveikas. Todėl plunksnos tolydžio darėsi vis puošnesnės.

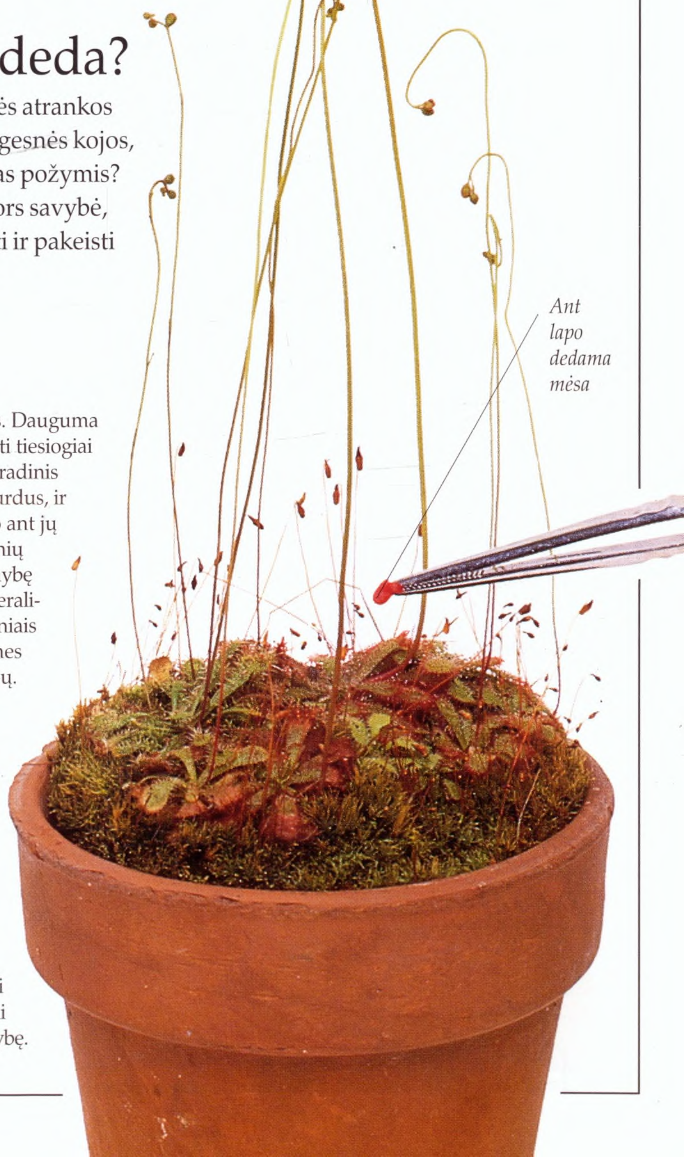
Nuo ko tai prasideda?

Nesunku suprasti, kad dėl gamtinės atrankos gali atsirasti tankesnis kailis arba ilgesnės kojos, tačiau kaip atsiranda visiškai naujas požymis? Kiekvienu atveju turi būti kokia nors savybė, kurią gamtinė atranka galėtų veikti ir pakeisti taip, kad ji taptų nauju požymiu.



Mažai žiedų

Nemaitinamas augalas



Ant lapo dedama mėsa

ALKANI AUGALAI
Saulašarės lapai pakito ir virto vabzdžių spąstais. Dauguma šio augalo lapų dalį maisto medžiagų gali sugerti tiesiogiai ir tai veikiausiai saulašarės protėviui buvo pradinis postūmis. Jos augo pelkėse, kur dirvožemis skurdus, ir smulkūs vabzdžiai, kurie atsitiktinai nutūpdavo ant jų drėgnų lapų, suteikdavo papildomų mineralinių medžiagų. Vėliau gaktinė atranka teikė pirmenybę tiems augalams kurie gaudavo daugiau šių mineralinių medžiagų. Jeigu atsirasdavo augalas lipnesniais lapais, jam sekdavosi geriau negu kitiems, nes smulkios muselės prilipdavo prie lapų. Darvinas darė bandymus su saulašarėmis maitindamas vienas mažais mėsos gabalėliais, o kitas palikdamas nemaitintas. Mėsa maitinamos saulašarės augo greičiau, sukraudavo daugiau žiedų ir subrandindavo daugiau sėklų. Jis parodė, kad gebėjimas sugauti ir virškinti vabzdžius būtų savybė, kuriai gamtinė atranka teiktų pirmenybę.

Prisitaikymo aiškinimai



Viljamas Peilis (Paley; 1743–1805)

KURMIAI TURI STIPRIAS, PLAČIAS PRIEKINES LETENAS raustis dirvožemyje. Antys turi plėvėtas kojas, kad galėtų plaukioti. Baltieji lokiai turi labai storą kailį. Bet kuriam gamtininkui aišku, kad visi augalai ir gyvūnai yra puikiai prisitaikę prie klimato ir savo gyvensenos. Darvinas iškėlė mintį, kad šie prisitaikymo būdai yra gamtinės atrankos rezultatas. Tačiau tuo metu jau buvo paplitusi populiari teorija apie prisitaikymą, vadinamoji „gamtos teologija". Bet kokį prisitaikymą ji aiškino kaip akivaizdų Kūrėjo darbą. Šios idėjos išsamiausiai buvo išdėstytos anglų dvasininko Viljamo Peilio veikale *Gamtos teologija, arba Dievybės egzistavimo ir atributų įrodymai.* Ši 1802 m. išspausdinta knyga buvo plačiai skaitoma. Studijuodamas teologiją jaunasis Darvinas perskaitė ją ir susižavėjo nenumanydamas, kad vieną dieną taps didžiausiu jos kritiku. Laimei, abi šios priešingos teorijos gali būti patikrintos faktais. Gamtos teologija numato, kad visi prisitaikymo atvejai turėtų būti tobuli. Evoliucija per gamtinę atranką numato, kad prisitaikymą turėtų veikti (ir neretai apriboti) praeitis.

PEILIO LAIKRODIS
Norėdamas įrodyti savo svarbiausią mintį Viljamas Peilis *Gamtos teologiją* pradeda tokiu pavyzdžiu. Jis įsivaizduoja save einantį per dykvietę ir randantį tarp akmenų laikrodį. Skirtingai nuo akmenų, laikrodis turi judančias dalis, kurios tikslingai dirba drauge. Laikrodžio egzistavimas turėtų įrodyti, kad jį pagamino laikrodininkas. Peilis išvedė paralelę tarp laikrodžio ir gyvūno. Kaip laikrodis įrodo, kad yra laikrodininkas, taip ir gyvūnas (arba augalas) įrodo, kad yra Kūrėjas. Studijuojant gamtos istoriją galima geriau suprasti gamtos ir Dievo ryšį.



Koks tikslas?

Gamtos teologijos įkvėpti gamtininkai bandė išaiškinti Dievo kiekvienam gyvam padarui numatytą „tikslą". Tačiau kyla klausimas, kam reikalingi tokie kenkėjai, kaip, pavyzdžiui, žiurkės ir blusos. Darvino požiūriu, vienintelis bet kurios būtybės tikslas yra visiškai privatus – išgyventi ir duoti palikuonių. Jeigu jis tą padaro, jam pasiseka perduoti savo ypatybes kitai kartai.

KŪRIMO ATGARSIAI?
Šikšnosparniai orientuojasi skleisdami aukšto dažnio garsus ir klausydamiesi aido. Kai kurie šikšnosparniai ant nosies turi įmantrią į lapą panašią išaugą garsui skleisti. Ar galėjo tokias priemones sukurti gamtinė atranka, ar turėjo būti „laikrodininkas" – Kūrėjas? Tačiau tarp šikšnosparnių yra daug paprastų šio radaro variantų ir įvairių tarpinių formų, vedančių prie pačių sudėtingiausių. Tai įtikino biologus, kad tokie požymiai galėjo išsivystyti.



Lapanosių šikšnosparnių snukučiai



Ilga, plona priekinė galūnė ir pirštakauliai laiko sparną

Lapanosis šikšnosparnis

TIE PATYS KAULAI
Šikšnosparnio išsiskleidžiantis sparnas ir kurmio trumpa, plati rausianti priekinė galūnė turi tuos pačius, kaip ir visi žinduoliai, priekinės galūnės kaulus (p. 23). Šis stulbinantis panašumas turi prasmę tik tada, jei remsimės Darvino teiginiu, kad šie abu gyvūnai yra kilę iš vieno tolimo protėvio.



Europinis kurmis

Stipri priekinė galūnė rausimui

Toli gražu ne tobula

Pagal gamtos teologiją, gyvų padarų prisitaikymas turėtų būti tobulas. Darvinas teigė, kad prisitaikymą visada ribojo augalo arba gyvūno protėviai, nes gamtinė atranka gali veikti tik turimą žaliavą. Jeigu žaliava nėra tam tikslui ideali arba gamtinė atranka pasireiškė nepakankamai ilgai, prisitaikymas bus visiškai tobulas.



Gyvūną puolantis lokys



Pandos letena

Netikras nykštys

PANDOS NYKŠTYS

Lokiai yra visaėdžiai gyvūnai ir jų letenos turi labai trumpus pirštus. Didžiosios pandos, kilusiuos iš lokių, minta bambukų ūgliais ir jiems laikyti joms reikia nykščio. Iš tikrųjų joms yra išsivystęs nykštys, bet tai trumpas ir netobulas nykštys, kyšantis iš riešo. Atrodo, kad lokio letena buvo pernelyg specializuota, kad gamtinė atranka galėtų pakeisti planą ir sukurti tikrą nykštį. Taigi pandos netikras nykštys išaugo iš riešo kaulo.



Žmogaus stuburas

VIS DAR PRISITAIKANTIS

Nemažai žmonių kenčia nuo nugaros skausmo arba turi bėdų dėl juosmens, kelių arba pėdų, tuo tarpu rankų skausmas būna retai. Darvino požiūriu, tai turi prasmę. Tarp žinduolių žmonės neįprasti tuo, kad vaikšto stati. Molekuliniai duomenys (p. 54) rodo, kad taip vaikščioti mes pradėjome prieš 5–8 milijonus metų. Žmogaus nugara ir kojos dar nespėjo visiškai prisitaikyti.



Fregata

PAUKŠČIŲ FREGATŲ MĮSLĖ

Darvinas nurodė, kad ir fregatos, ir kalnų žąsys turi plėvėtas letenas, bet nė vienos iš jų neina į vandenį. Jų letenas jis aiškino kaip praeities liekaną, nes abu paukščiai yra kilę iš vandens paukščių. Jeigu jas sutvėrė Kūrėjas, klausė Darvinas, tai kodėl jos turi šiuos nenaudingus požymius?



Karališkasis pingvinas



Didžioji panda

NEVYKUSIAI SUTVERTAS

Narai labai nerangiai vaikšto žeme (žemiau), nes jų kojos atitrauktos toli į kūno galą. Dauguma nardančiųjų paukščių turi gerokai atgal patrauktas kojas, nes tokia jų padėtis geriausiai tinka greitam plaukiojimui. Pingvinas (kairėje) šią problemą išsprendė vaikščiodamas stačiomis. Laikui bėgant vaikščiojimas stačiomis gali išsivystyti ir narams. „Laikrodininkas“ galėjo sukurti sausumoje paslankesnius narus, pastatydamas juos stačiau arba netoli kūno vidurio pridurdamas dar vieną kojų porą.



Rudakaklis naras

Kaip atsiranda naujos rūšys



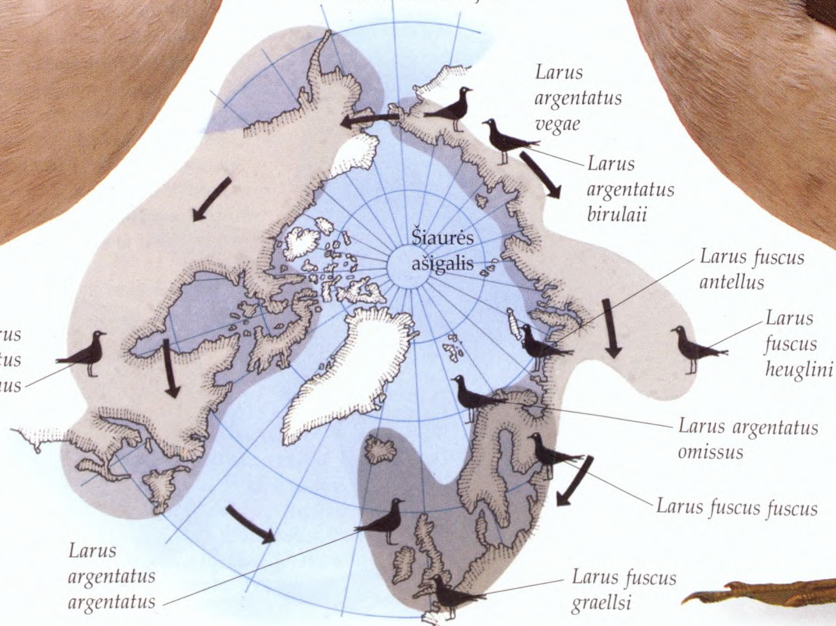
NORS DARVINO knyga vadinosi *Rūšių atsiradimas,* jis labai mažai pasakė apie tai, kaip galėtų atsirasti naujos rūšys. Iš tikrųjų jis pavadino tai „paslapčių paslaptimi". Šiandien šis procesas suprantamas geriau, tačiau vis dar nesutariama dėl smulkmenų. Apskritai dauguma naujų rūšių iškyla tada, kai populiacija tampa atskirta nuo likusių gentainių, ypač jeigu po to ji gyvena sąlygomis, kurios skiriasi nuo pradinės rūšies sąlygų. Taip gali atsitikti tada, kai, pavyzdžiui, paukščiai, nublokšti vėjo iš kelio, pasiekia tolimas salas (p. 25) arba perskrenda kalnagūbrį. Vien tik atstumas taip pat gali būti fizinis barjeras, kaip kad yra žiedinės rūšies atveju (žemiau). Esant naujoms sąlygoms arba tiesiog todėl, kad yra izoliuota, populiacija gali pradėti evoliucionuoti skirtinga kryptimi ir iš jos gali išsivystyti nauja rasė arba porūšis. Laikui bėgant tas porūšis gali smarkiai pakisti ir nebegalėti kryžmintis su likusia savo rūšies dalimi. Taip atsitikus jie tampa dviem atskiromis rūšimis. Retkarčiais nauja rūšis gali atsirasti ir kitokiais būdais, nesant geografinės izoliacijos.

GRAFAS DE BIUFONAS
Prancūzas Žoržas Biufonas (Buffon; 1707–1788) pirmasis apibūdino rūšį kaip grupę gyvų padarų, kurie potencialiai visi gali kryžmintis tarp savęs, bet ne su kitos rūšies atstovais.

Sidabrinis kiras (*Larus argentatus argentatus*)

Silkinis kiras (*Larus fuscus graellsi*)

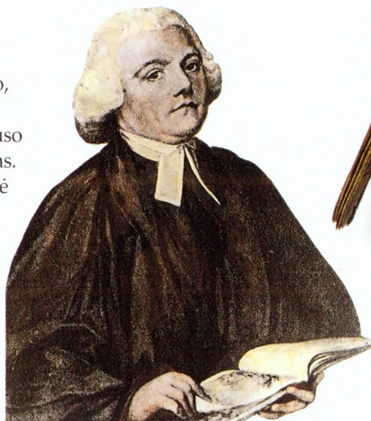
VIENA RŪŠIS AR DVI?
Sidabrinis kiras (kairėje) ir silkinis kiras (dešinėje) yra kilę iš kirų, gyvenusių Rytų Sibire. Šie kirų protėviai išplito į rytus ir į vakarus. Ilgainiui abi migracijos linijos susitiko kitoje Žemės rutulio pusėje, virš Šiaurės Europos. Du šio apskritimo galai yra sidabrinis kiras ir silkinis kiras. Šie paukščiai taip smarkiai skiriasi nuo savo bendro protėvio, kad vieni su kitais nesikryžmina, išskyrus labai retus atvejus.



ŽIEDINĖ RŪŠIS
Kiekvienas atskiras sidabrinio kiro porūšis ir atskiri silkinio kiro porūšiai kryžminasi su kitais giminingais porūšiais. Rytų Sibire sidabriniai kirai taip pat kryžminasi ir su greta gyvenančiais balnotaisiais kirais, kuriuos galima vadinti ir sidabriniais kirais. Taip šie kirai sudaro „žiedinę rūšį". Šis pavyzdys rodo, kaip naujos rūšys gali atsirasti per susikaupusius nedidelius pokyčius.

Izoliuojantieji mechanizmai

Nauja rūšis gali išsirutulioti izoliacijoje, tačiau neretai ji grįžta atgal į tą sritį, kurioje gyvena motininė rūšis. Abi rūšys vis dar gali būti pakankamai panašios, kad galėtų poruotis ir turėti jauniklių, tačiau šie mišrūnai palikuonys yra nevaisingi (nesugeba patys turėti jauniklių). Tėvams tokio mišrūno atsivedimas yra laiko ir energijos nuostolis, todėl jiems reikia mokėti atpažinti savo rūšį. Jie tai daro naudodami signalus, pavyzdžiui, kvapą, garsą ir spalvą, arba tam tikru elgesiu. Šie signalai, kurie atskiria rūšis, vadinami izoliuojančiaisiais mechanizmais.



NE VIENA RŪŠIS, BET TRYS
Anglų gamtininkas Gilbertas Vaitas (White; 1720–1793) pirmasis pastebėjo, kad pilkoji pečialinda, ankstyvoji pečialinda ir žalioji pečialinda priklauso ne vienai, bet trims skirtingoms rūšims. Žalioji pečialinda yra šiek tiek didesnė ir ryškesnių spalvų, tačiau pilkoji bei ankstyvoji pečialinda beveik nesiskiria. Tačiau visų trijų giesmė yra aiškiai skirtinga. Paukščių atveju giesmė padeda patelei išsirinkti porą ir ji pasireiškia kaip izoliuojantis mechanizmas, atskiriantis panašias rūšis.



Pilkoji pečialinda

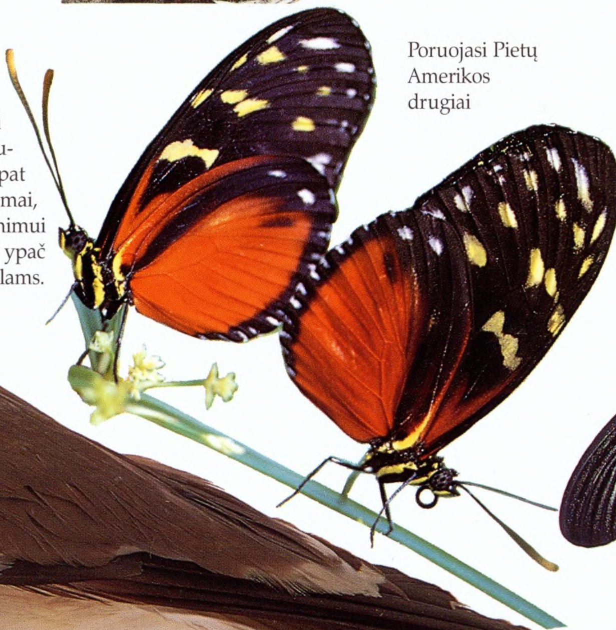


Žalioji pečialinda



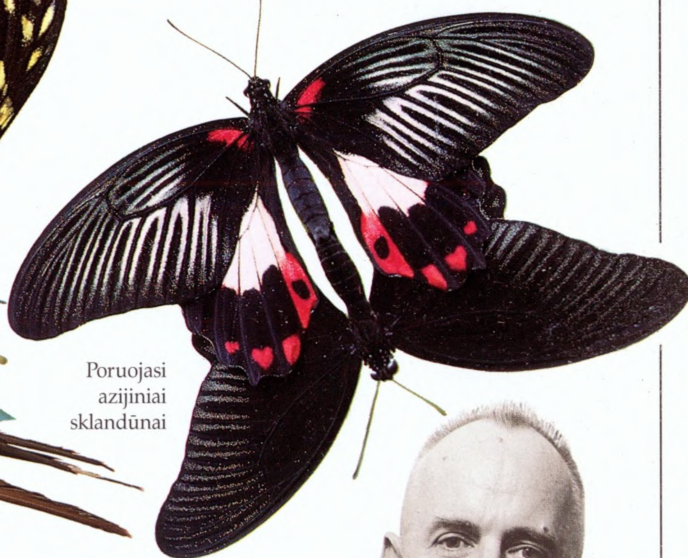
Ankstyvoji pečialinda

POROS PASIRINKIMAS
Dieniniai drugiai, kurie skraido dieną, porą atpažįsta iš jos raštų ir spalvų. Naktį skraidantieji naktiniai drugiai labiau pasikliauja kvapu. Daugeliui rūšių taip pat pasireiškia vidiniai mechanizmai, kurie neleidžia įvykti apvaisinimui tarp skirtingų rūšių. Jie ypač svarbūs augalams.



Poruojasi Pietų Amerikos drugiai

SVARBU TEISINGAI PASIRINKTI
Šie dieniniai drugiai teisingai pasirinko porą, bet šitaip būna ne visada. Kartais padaroma klaidų, nes izoliuojantieji mechanizmai, tokie kaip prisitaikymo būdai (p. 39), atsirado dėl evoliucinio pokyčio ir ne visada būna tobuli. Pavyzdžiui, kumelė gali susiporuoti su asilu ir atsivesti mulą, kuris būna nevaisingas.



Poruojasi azijiniai sklandūnai



KVEPIANTIEJI PARTNERIAI
Pelės ir nemažai kitų žinduolių savo rūšies atstovus atpažįsta iš būdingo kvapo. Kai kurios rūšys atlieka specifinius tuoktuvių ritualus. Jais patvirtinama, kad partneris buvo pasirinktas teisingai.

ATSKIRTOS VIENA NUO KITOS
Teodosijus Dobžanskis (Dobzhansky; 1900–1975) dirbo drauge su T. H. Morganu tirdamas vaisines museles (p. 51) ir prisidėjo prie genetikos mokslo bei evoliucijos teorijos plėtotės. Jis sukūrė terminą „izoliuojantieji mechanizmai“, kuris apibūdina biologinius barjerus, neleidžiančius kryžmintis skirtingų rūšių individams.

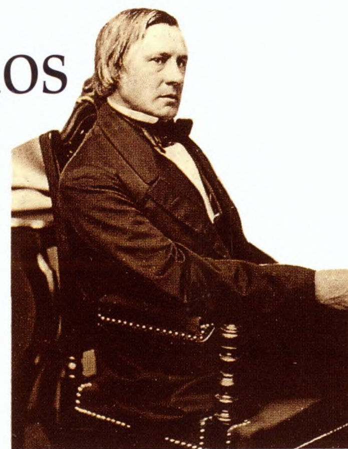




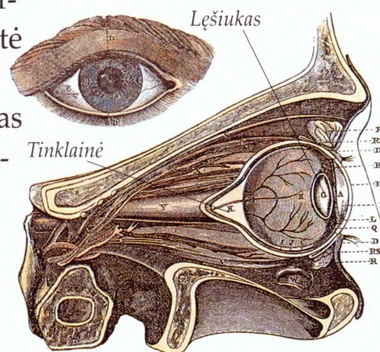
Gyvosios pereinamosios formos

LAIPSNIŠKAS SKLENDIMAS
Voverės skraiduolės iš tikrųjų ne skraido, bet sklendžia nuo vieno medžio ant kito. Sklandantieji gyvūnai tikriausiai pamažu išsirutuliojo iš įprastinių medžiuose gyvenančių gyvūnų įgydami odos raukšles, kurios šokant stabdydavo kritimą. Iš kai kurių sklandančių gyvūnų vėliau, matyt, išsivystė skraidantieji gyvūnai, tokie kaip paukščiai ir šikšnosparniai.

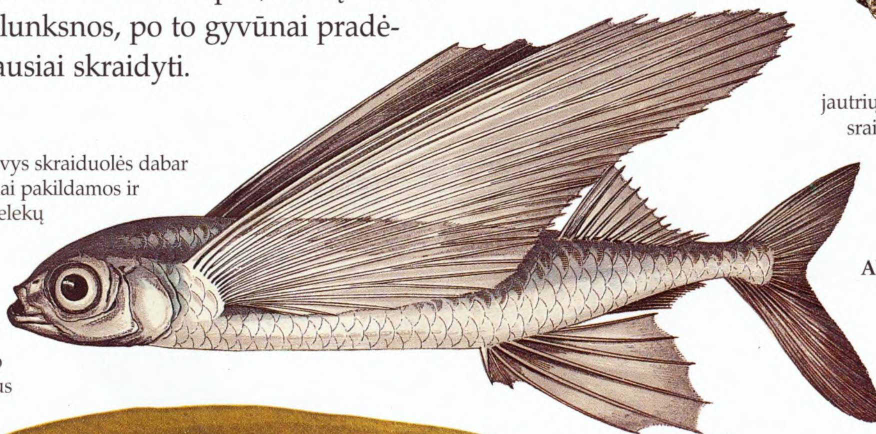
DARVINAS BUVO ĮSITIKINĘS, kad gamtinė atranka gali sukurti tam tikrus prisitaikymus (p. 38), bet ar galėjo ji sukurti gyvūnus, kuriems būdinga visiškai skirtinga gyvensena? Ar galėjo paversti jūrinį gyvūną sausumos gyvūnu arba neskraidantį skraidančiu? Kaip tokie esminiai pokyčiai galėjo būti pasiekti per nedidelių pasikeitimų seką? Yra rastos kelios pereinamosios fosilijos, kurios padeda atsakyti į šį klausimą (p. 44), ir jas paaiškinti padeda „gyvosios pereinamosios formos“. Šios gyvosios formos, kaip antai dvikvėpės žuvys ir kiaušinius dedantieji žinduoliai, nėra kitų dabar gyvenančių gyvūnų protėviai, bet gali būti tiems protėviams giminingos arba galėjo eiti panašiu evoliucijos keliu. Lyginant dabartines dvikvėpes žuvis su fosilijomis matyti, kad daugelis išnykusių oru kvėpuojančių žuvų klestelėjo prieš 380 milijonų metų. Klimatas buvo karštas ir sausas, taigi tvenkiniai ir upeliai veikiausiai vis seko ir užsistovėjo. Plaučiai tikriausiai išsivystė todėl, kad žuvys galėtų įkvėpti oro vandens paviršiuje. Daug vėliau kai kurios oru kvėpuojančios žuvys, matyt, pradėjo trumpam išeiti į sausumą pasimaitinti gausybe vabzdžių. Kitaip negu dabartinės žuvys, jos turėjo mėsingus pelekus, o laikui bėgant iš pelekų tikriausiai išsivystė kojos. Šis atvejis yra tipiškas pereinamiesiems laikotarpiams: vienas požymis (plaučiai) išsivysto tam tikram tikslui, bet tai paruošia dirvą tolesniam vystymuisi (išėjimas į sausumą pasimaitinti), kuris po to veda kito požymio (kojos) atsiradimo link. Panašus laipsniškas pereinamasis laikotarpis matomas ir paukščiuose. Tirdami dinozauro ir archeopterikso *(Archaeopteryx)* fosilijas (p. 45) ir lygindami dabar gyvenančius sklandančius gyvūnus, pavyzdžiui, voveres skraiduoles, mokslininkai gali išaiškinti tolygiai kintančius etapus, kurių metu iš pradžių susidarė plunksnos, po to gyvūnai pradėjo sklandyti ir galiausiai skraidyti.



EIZAS GRĖJUS (1810–1888)
Amerikiečių evoliucionistas Eizas Grėjus (Gray) nagrinėjo ir pereinamąsias formas. Darvinas jam rašė: „Mąstant apie akį mane iki šios dienos ima šiurpulys, bet kai pagalvoju apie žinomas tolygias pakopas, protas man sako, kad turėčiau tą šiurpulį įveikti“. Evoliucijos priešininkai teigia, kad žmogaus akis negalėjo išsivystyti pamažu, tačiau gyvosios pereinamosios formos rodo, kad iš tiesų galėjo taip būti.



TOLYGIOS PAKOPOS
Pačios paprasčiausios akys tėra šviesai jautrių ląstelių santalka. Tokios akys, būdingos sraigėms, gali tik atskirti šviesą nuo tamsos. Aukštesnių gyvūnų atveju išsivystė skaidrus lęšiukas šviesai fokusuoti ant šių šviesai jautrių ląstelių, kurios dabar sudaro tinklainę.



ŽUVYS SKRAIDUOLĖS
Darvinas pastebėjo, kad „žuvys skraiduolės dabar toli nusklendžia oru nežymiai pakildamos ir pasisukdamos plazdančių pelekų dėka“. Jeigu iš jų būtų išsivystę tikri skrajūnai, klausė Darvinas, kas tada būtų galėjęs įsivaizduoti, kad „ankstyvojoje pereinamojoje stadijoje savo pradinius skraidymo organus (pelekus) jos naudojo vien tam, kad paspruktų nuo kitų žuvų nasrų?“

AUSTRALIJOS RAGADANTIS *(žemiau)*
Dvikvėpės žuvys, kurių dabar yra tik šešios rūšys, gali ryti orą vandens paviršiuje ir taip išgyventi stovinčiame vandenyje, kuriame mažai deguonies. Oru kvėpuojančios žuvys klestėjo prieš 380 milijonų metų, kai stovinčio vandens klanai buvo įprastas kraštovaizdžio bruožas.



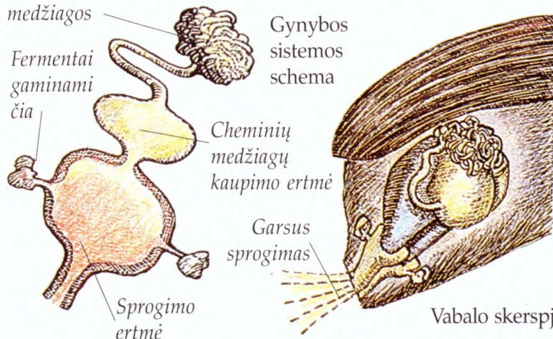


Bombožygis



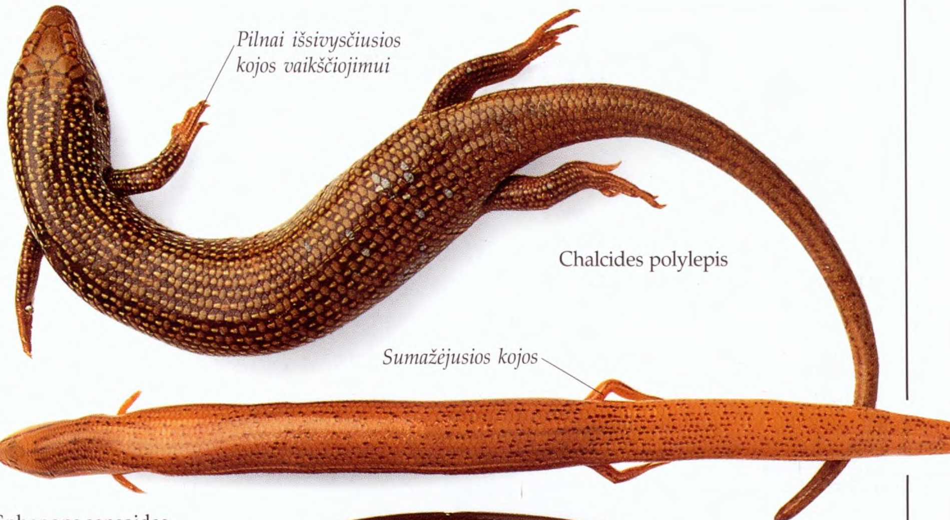
SPROGSTAMASIS UŽTAISAS

Dažnai tvirtinama, kad vabalų bombožygių elgesys griauna darvinizmo teoriją. Gindamiesi jie išskiria karštą nuodingą skystį, kuris sprogsta. Antievoliucionistai teigia, kad sprogimas įvyksta tada, kai susimaišo dvi cheminės medžiagos, ir kad atskirai abi šios cheminės medžiagos neduoda jokios naudos. Tai neteisinga. Tos cheminės medžiagos išskiriamos kartu ir jos reaguoja tik paveiktos fermentų. Cheminės medžiagos ir fermentai organizme turi ir kitokią paskirtį. Kitaip tariant, jie jau egzistavo, kad juos galėtų veikti gamtinė atranka. Tikėtina, jog yra buvusios pereinamosios stadijos, kuriose jau buvo gaminami nuodingieji skysčiai, tik jie nesukeldavo sprogimo.



Gynybos sistemos schema

Vabalo skerspjūvis



Chalcides polylepis

Sphenops sepsoides

Chalcides chalcides

KOJAS PRARANDANTYS SCINKAI

Scinkai iliustruoja evoliucijos eigos, kuri prasideda nuo turinčio kojas normalaus iki neturinčio kojų driežo, kiekvieną stadiją. Tai rodo, kaip iš roplių protėvio, turėjusio kojas, galėjo pamažu išsivystyti gyvatės. Pirmoje stadijoje kojos, atrodo, darėsi mažesnės, bet buvo reikalingos bėgioti. Šie scinkai panorėję gali išsiversti be kojų ir juda kaip gyvatės. Jie tiesiog ištiesina kojas ir priglaudžia prie kūno, todėl gali rangytis aukšta žole arba įlįsti į siaurą uolos plyšį.



Chalcides guentheri

KIAUŠINIUS DEDANTIEJI ŽINDUOLIAI

Echidnos nėra tiesioginiai žinduolių protėviai, bet jų tyrimas padeda suprasti, kaip evoliucionavo žinduoliai, kad buvimas šiltakrauju, kailio turėjimas ir pieno gaminimas atsirado anksčiau už gyvų jauniklių vedimą. Kiaušinius dedančių žinduolių egzistavimas patvirtina iš fosilijų gautus įrodymus (p. 26), kad žinduoliai išsirutuliojo iš roplių. Kiti įrodymų šaltiniai, pavyzdžiui, anatomijos (p. 23) arba DNR ir baltymų (p. 54) palyginimai taip pat patvirtina roplių ir žinduolių ryšį. Tas faktas, kad visos skirtingos įrodymų formos remia viena kitą, perša mintį, kad evoliucija yra daugiau negu vien tik teorija.



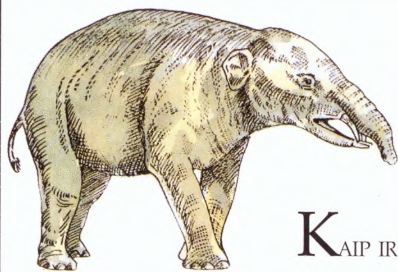
Echidnos jauniklis motinos sterblėje



Į roplio panašus echidnos kiaušinis

Echidna

Iškastinės pereinamosios formos



SENOVINIS DRAMBLYS
Pagal 35 milijonų metų amžiaus iškastinio *Phiomia* bendrą išvaizdą (tokį jį įsivaizdavo dailininkas) galima manyti, kad drambliai, mamutai ir mastodontai išsivystė iš palyginti mažų, į begemotus panašių gyvūnų.

KAIP IR GYVOSIOS PEREINAMOSIOS FORMOS (p. 42), iškastinės pereinamosios formos gali atskleisti, kaip iš egzistuojančių grupių išsivystė naujos. Tačiau jos nėra pats geriausias orientyras, nes labai retai kada randami pilni pereinamųjų formų rinkiniai. Apskaičiuota, kad iš 20 000 gyvenusių rūšių randama tik viena iškastinė rūšis, todėl galimybė surasti dabar gyvenančios grupės tikrąjį protėvį yra labai reta. Daugiausia, ko gali tikėtis mokslininkai, – tai aptikti tokiam protėviui giminingą iškastinę rūšį. Tai reiškia, kad atkuriant praeities įvykius reikia remtis tam tikromis prielaidomis. Tačiau padarytos išvados didžia dalimi remiasi išsamiu fosilijų ir gyvų organizmų tyrimu. Visos idėjos apie tai, kaip evoliucionavo gyvūnai, kelis kartus tikrinamos, jas svarsto įvairių sričių mokslininkai. Kai randama naujų fosilijų, jos panaudojamos teorijoms apie praeitį patikrinti ir gali jas patvirtinti arba paneigti. Vienos iš fosilijų, kurios padėjo atskleisti evoliucijos eigą, yra pirmykštės varlės fosilijos (žemiau). Tiriant iškastines varles matyti, kad plati kaukolė atsirado anksčiau negu labai ilgos kojos. Plati kaukolė ir burna būdinga gyvūnams, kurie po vandeniu gaudo greitai judantį grobį, todėl atrodo, kad tai lėmė varlių evoliuciją.

Taip galėjo atrodyti *Miacis*, gyvenęs prieš 50 milijonų metų.



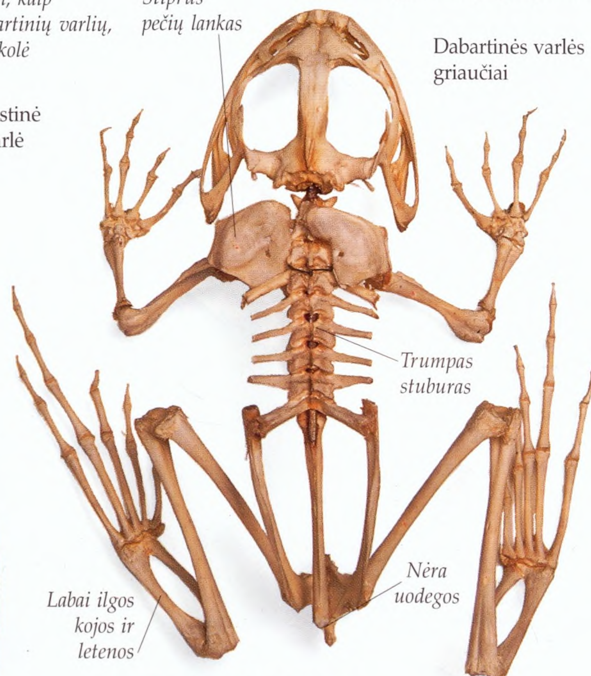
ESANTIS PUSIAUKELĖJE
Miacis iškastiniai griaučiai rodo, kad buvo evoliucinė linija, iš kurios galėjo išsivystyti kiaunės ir šermuonėliai. Suakmenėjęs *Miacis* buvo rastas Vokietijoje, akmens anglių kloduose – tankių senovinių miškų liekanose.

Taip dailininkas įsivaizduoja 20 milijonų metų senumo *Enaliarctos*

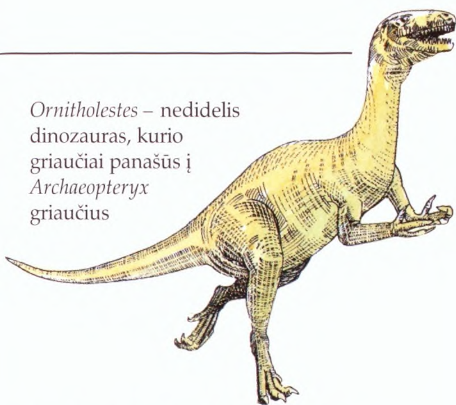


SENOVINIS JŪRŲ ŠUO
Tiriant fosilijas, pavadintas *Enaliarctos*, buvo nustatyta, kaip iš į šunis panašių protėvių išsivystė jūrų liūtai. Jie tikriausiai maitinosi jūroje, bet sausumoje praleisdavo daugiau laiko, negu dabar gyvenantys jūrų liūtai.





DIDELIS ŠUOLIS PIRMYN
Varlės turi specializuotus griaučius, kurių dėka gali daryti didžiulius šuolius. Jos išsivystė iš į tritonus panašių gyvūnų, kurie, kaip ir žuvys, plaukiojo darydami judesius į šonus. Sausumoje jos judėjo vaikščiodamos. Iškastinių varlių kūno sandara rodo, kad šokinėjimas neišsivystė tiesiogiai iš vaikščiojimo. Pirmykštės varlės turbūt mito vandenyje gaudydamos judrų grobį. Tam reikėjo greitai plaukioti ir jos ėmė atsispirti iš karto abiem užpakalinėmis kojomis. Išsivystė ilgesnės kojos, parengusios dirvą šokinėjimui.



Ornitholestes – nedidelis dinozauras, kurio griaučiai panašūs į *Archaeopteryx* griaučius

NUO DINOZAURO IKI PAUKŠČIO

Iškastinis archeopteriksas *(Archaeopteryx)* tikriausiai yra artimai giminingas paukščių protėviui. Tiriant jo griaučius galima nustatyti, kaip galėjo atsirasti paukščiai. Jo griaučiai buvo labai panašūs į kai kurių nedidelių dinozaurų griaučius, tačiau turėjo plunksnas. Archeopteriksas veikiausiai negalėjo skraidyti – jo krūtinkaulyje nėra keteros – plataus plokščio padidėjimo, prie kurio prisitvirtina dabartinių paukščių raumenys. Archeopteriksas turbūt laipiojo medžiais ir sklandė. Matyt, jis medžiojo skraidančiuosius vabzdžius arba tiesiog tausojo energiją sklęsdamas nuo vieno medžio prie kito. Sklendimas, paukščių protėvių naudotas judėjimo būdas, vėliau galėjo virsti skraidymu.



Taip dailininkas įsivaizduoja sklendžiantį archeopteriksą

Sparno plunksnos
Sparno plunksnos
Sparno kaulai
Sparno kaulai
Stuburo dalis
Kojos kaulai
Uodegos kaulai
Letena
Aiškus uodegos plunksnų įspaudas

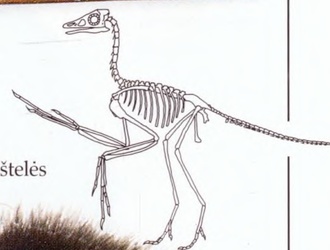
Iškastinis archeopteriksas *(Archaeopteryx)*



Dabartinio paukščio griaučiai

DABARTINIAI PAUKŠČIAI

Kad masė būtų mažesnė, dabartiniai paukščiai neturi nei tikros uodegos, nei dantų, o jų kaulai tuščiaviduriai. Archeopteriksas tikriausiai negalėjo skraidyti, bet turėjo visas plunksnas. Ar yra kokia nors priežastis, kodėl plunksnos turėjo išsivystyti anksčiau už gebėjimą skraidyti? Daugelis mokslininkų dabar spėja, kad kai kurie dinozaurai buvo šiltakraujai. Mažiems šiltakraujams gyvūnams reikia izoliacijos, o dengiamosios plunksnos, kurios veikiau yra pašiaušti roplių žvynai, galėjo ją suteikti. Vėliau iš dengiamųjų plunksnų galėjo išsivystyti ilgos plunksnos sklendimui.



Į dinozaurą panašūs archeopterikso griaučiai



Nendrinės vištelės jauniklis

GYVOJI LEGENDA

Archeopterikso sparne vis dar buvo trijų pirštų liekanos. Jie tikriausiai praversdavo laipiojant medžiais. Kai kurių paukščių jaunikliai ir dabar tebeturi šiuos kabliukus ant sparno. Iškritęs iš lizdo nendrinės vištelės jauniklis kabinasi jais ropšdamasis atgal į pakrantėje sukrautą lizdą.

Šuoliai ir pertrūkiai



KAMBRO SPROGIMAS
Ši fosilija iš Berdžeso skalūnų Kanados Uoliniuose kalnuose priklauso paleozojaus eros pradžioje (žemiau) buvusiam kambro periodui, kai staiga pasirodė daug naujų gyvūnų. Kol kas nėra nustatyta jokių konkrečių protėvių.

NORS TARP FOSILINIŲ DUOMENŲ RANDAMA DAUG pereinamųjų formų (p. 26 ir p. 44), yra ir daug šuolių bei pertrūkių. Dabar evoliucionistai kai kuriuos iš jų gali paaiškinti. Labiausiai gluminantis yra staigus daugybės naujų ir gana sudėtingų gyvūnų atsiradimas kambro periode (p. 26). Tai vis dar neišaiškinta, tačiau mokslininkai ir toliau tiria šią problemą. Antroji mįslė – ryškūs fosilijų pokyčiai paleozojaus eros pabaigoje ir mezozojaus eroje – dabar yra gana gerai išaiškinta (žemiau). Trečioji problema yra stoka pereinamųjų formų, kurios užpildo spragą tarp daugelio grupių, ypač bestuburių. Atrodo, kad pereinamosios formos yra palyginti retos, galbūt dėl to, kad pokyčiai vyksta greitai ir tik vienoje mažoje pasaulio srityje. Tai reikštų, kad fosilijomis tampa labai mažai pereinamųjų formų. Palyginimui įsivaizduokite: jeigu iškritę vulkaniniai pelenai paverstų daugiaaukštę automobilių stovėjimo vietą fosilija, kiekviename aukšte būtų daug suakmenėjusių automobilių, tačiau tikimybė, kad suakmenės iš vieno aukšto į kitą važiuojantis automobilis, būtų palyginti maža.



KINTANČIOS EROS
Kaip pastebėjo jau pirmieji geologai (p. 16), vieno geologinio periodo fosilijos dažnai skiriasi nuo kito periodo fosilijų. Skirtumai tarp trijų svarbiausių erų (p. 60), kurių kiekviena susideda iš kelių geologinių periodų, yra dar didesni – tai gerai matyti iš šių trijų uolienų luitų su fosilijomis. Pagrindiniai skirtumai, aptikti viena po kitos einančių erų fosilijoje, atsirado dėl masinių išnykimų.

MEZOZOJAUS PABAIGA
Turimi duomenys rodo, kad mezozojus baigėsi tada, kai į Žemę nukrito milžiniškas meteoritas, suformuodamas kraterį, tokį, kaip šis Arizonoje, JAV, tik gerokai didesnį. Žemės ir uolienų dulkės išlėkė į orą užtemdydamos saulės šviesą ir pražudydamos daugumą augalų. Dėl maisto stygiaus veikiausiai žuvo stambūs gyvūnai, tokie kaip dinozaurai. Žinduoliai, kurie tada buvo labai maži, sugebėjo išgyventi.

2 MEZOZOJUS
Triaso uoliena, kurioje yra amonitų, priklauso mezozojaus erai – dinozaurų amžiui. Ir dinozaurai, ir amonitai išnyko šios eros pabaigoje, prieš 65 milijonus metų, kai išmirė apie 25% visų rūšių.



Uoliena su suakmenėjusiomis jūrinėmis kriauklėmis ir trilobitų liekanomis

1 PALEOZOJUS
Šis uolienos luitas yra iš silūro periodo, buvusio paleozojaus eroje. Ši era baigėsi prieš 248 milijonus metų, kai išnyko daugiau kaip 90% visų rūšių. Pagal naujausią teoriją, ore smarkiai sumažėjo deguonies, dėl to dauguma didelių veiklių gyvūnų užtroško.



BERDŽESO PADARAS
Nėra jokios priežasties abejoti, kad kambro gyvūnai, kaip šis iš Berdžeso skalūnų, yra kilę iš prekambro gyvūnijos. Visus gyvus organizmus vienija tos pačios pagrindinės cheminės medžiagos ir tas pats genetinis kodas (p. 55).

SENIAI DINGĘ
Šie minkštakūniai gyvūnai iš prekambro uolienos (dešinėje) gyveno prieš pat kambrą ir yra žinomi kaip Ediakaros fauna. Dauguma mokslininkų mano, kad vargu ar jie yra kambro periodo gyvūnų protėviai, tačiau kai kurie su tuo nesutinka.



Suakmenėję minkštakūnių gyvūnų atspaudai (kairėje ir žemiau) iš Ediakaros kalvų Australijoje





PRARASTA IR VĖL ATRASTA
Latimerija yra žuvis, kuri buvo laikoma išnykusia. Visos žinomos fosilijos buvo daugiau kaip 200 milijonų metų amžiaus. Ir štai 1938 m. vandenyne buvo sugauta gyva latimerija. Jeigu latimerija galėjo išgyventi 200 milijonų metų nepalikdama jokių fosilijų, tai nenuostabu, kad kai kurie evoliucijos etapai nėra užfiksuoti.

SUNKU ATPAŽINTI
Jeigu pereinamosios formos ir tampa fosilijomis, jos gali būti ir neatpažintos. Vandeninis strazdas (žemiau) maisto ieško nardydamas, bet yra labiau panašus į sausumos paukštį. Jam galėtų išsivystyti tam tikros prisitaikymo prie povandeninio gyvenimo ypatybės, bet tokių jis dar neturi. Jeigu vandeniniai strazdai būtų išnykę, niekas iš rastų fosilijų nebūtų atspėjęs jų gyvenimo būdo.



3 KAINOZOJUS
Ši uoliena (žemiau dešinėje) su suakmenėjusiomis žuvimis yra iš terciaro periodo, priskiriamo kainozojaus erai. Kainozojaus metu, kuris vis dar tęsiasi, žinduoliai ir paukščiai užėmė daugelį laisvų vietų, kurios liko išnykus dinozaurams. Po masinių išnykimų iš kai kurių išlikusių rūšių išsivysto naujos formos, kurios vėl apgyvendina Žemę.



Iškastinis amonitas

Triaso uoliena



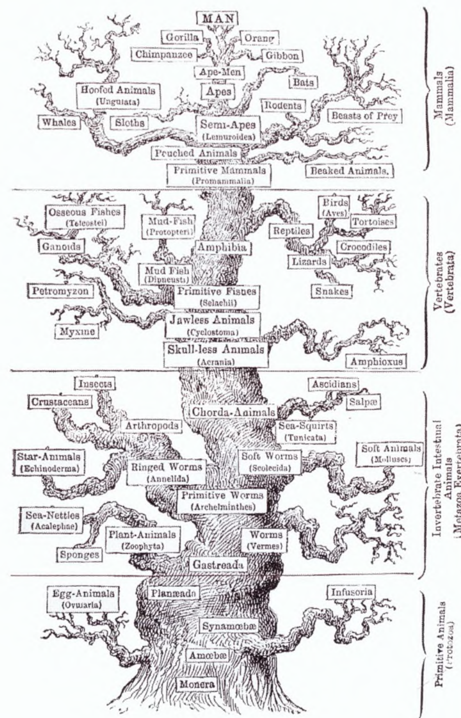
Iškastinė žuvis

Terciaro uoliena

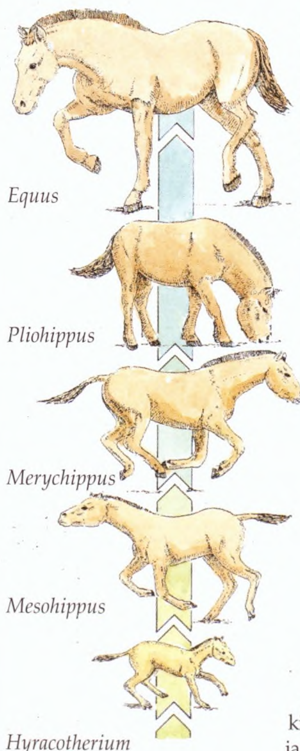
Laiptai ir šakos

XIX AMŽIAUS Europoje ir Šiaurės Amerikoje pramoninė revoliucija keitė kiekvieno žmogaus gyvenimą. Sparčiai augo miestai, plėtėsi geležinkelių tinklas, o nauji fabrikai traukė iš kaimų į miestus tūkstančius darbininkų. Keitimosi procesas buvo palietęs beveik visus socialinio gyvenimo aspektus. Dauguma žmonių, ypač esantieji valdžioje, manė, kad visi šie pasikeitimai prisideda prie pažangos ir kad pažanga turi būti teigiama. Evoliucijos idėja buvo ginčytina dėl religinių priežasčių, o jos siejimas su pažanga darė ją dar labiau nepriimtina. Darvinas nė nebandė daryti tokių sąsajų, nes žinojo, kad evoliucijos realybė ne visiškai derinosi su to meto idėjomis. Pavyzdžiui, daugelis bakterijų milijardus metų išliko mažos ir paprastos sandaros nedarydamos pažangos, kad taptų didesnės ir sudėtingesnės. Tą patį galima pasakyti ir apie daugelį kitų gyvų organizmų, kurių evoliucijos istorija labiau panaši į įvairėjimo linkme besišakojantį krūmą negu į nuolatinio tobulėjimo laiptus. Tačiau Darvinas nebandė prieštarauti dviems savo šalininkams – Tomui Haksliui ir Ernstui Hekeliui, kurie abu evoliuciją aiškino kaip pažangą. Netrukus tai tapo populiariu požiūriu ir ši idėja dar ir šiandien yra plačiai paplitusi.

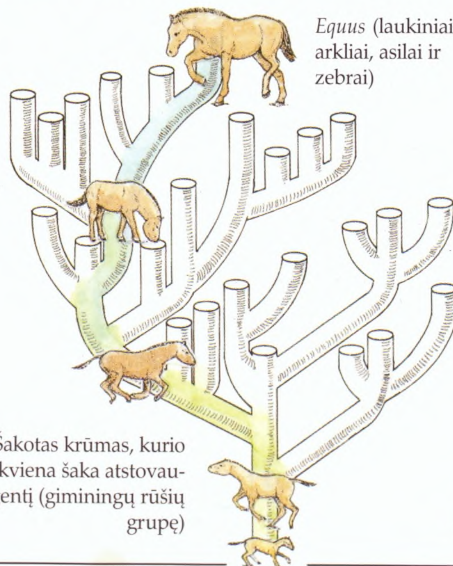
VISKAS PAŽANGAI
Ernstas Hekelis (Haeckel; 1834–1919) plačiai išplėtojo evoliucijos kaip pažangos idėją. Jis tikėjo, kad gamta sąmoningai ėjo galutinio tikslo – žmogaus atsiradimo link. Kuo daugiau sužinoma, kas vyko praeityje, tuo ši idėja tampa mažiau pagrįsta.



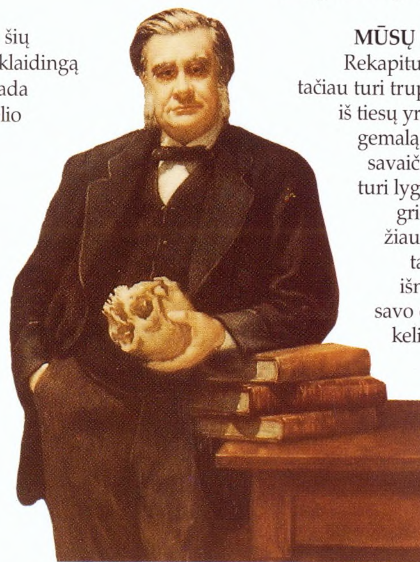
PRAEITIES ATGARSIAI
Hekelio sukurtame genealoginiame medyje, kurio viršūnėje yra žmogus, pavaizduoti organizmų grupių genealoginiai ryšiai. Jis iškėlė rekapituliacijos idėją, pagal kurią vystydamasis gemalas praeina visas savo protėvio evoliucijos stadijas. Penki protėviai medžio kamieno apačioje pagrįsti ankstyvosiomis gemalo vystymosi stadijomis.



ŠUOLIAIS PIRMYN
Ši schema (kairėje) vaizduoja arklio evoliuciją. Nors visų šių protėvių fosilijos buvo tikrai rastos, šie „laiptai" suteikia klaidingą vaizdą. Evoliucija nevyksta tiesiomis linijomis ir ji ne visada yra tolygus ėjimas pirmyn nuo mažo ir paprasto iki didelio ir sudėtingo. Tikrovę geriau atspindi arklio evoliucija, pavaizduota tankiai šakoto krūmo (žemiau) pavidalu. Buvo dešimtys rūšių, kurių dauguma išmirė ir liko tik laukiniai arkliai, asilai ir zebrai.



Šakotas krūmas, kurio kiekviena šaka atstovauja gentį (giminingų rūšių grupę)



DARVINO GYNĖJAS
Tomas H. Hakslis (Huxley; 1825–1895) buvo energingas anglų mokslininkas, kuris daugelyje viešų diskusijų gynė evoliucijos idėjas. Jis kovojo Darvino vardu, kuris bevelijo likti nuošaly nuo visuomenės dėmesio. Tačiau Hakslį įkvėpė Hekelis ir jis iškraipė Darvino idėjas „pažangos" sąvokomis.

MŪSŲ NESANTI UODEGA *(žemiau)*
Rekapituliacijos idėja, nors ir klaidinga, tačiau turi trupinėlį tiesos. Pradžioje gemalas iš tiesų yra panašus į giminingų gyvūnų gemalą. Pavyzdžiui, maždaug keturių savaičių žmogaus gemalas (dešinėje) turi lygiagrečius griovelius, panašius į griovelius, iš kurių išsivysto žuvų žiaunų plyšiai. Šioje stadijoje jis taip pat turi uodegą, kuri vėliau išnyksta. Gemalas iš tiesų vystosi savo evoliuciją kartais atkartojančiu keliu, tačiau jis iš naujo nepraeina kiekvieno savo evoliucijos žingsnio, kaip kad teigė Hekelis.



Hemiptera
(blakės, cikados)

Ephemeroptera
(lašalai)

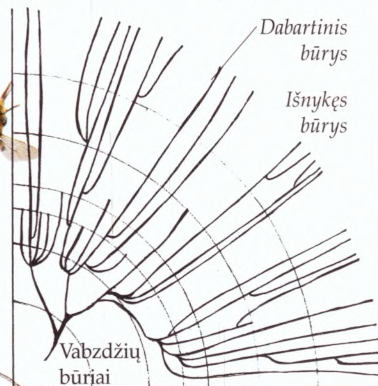
Odonata
(laumžirgiai,
strėliukės)

Diptera
(dvisparniai)

Plecoptera
(ankstyvės)

Trichoptera
(apsiuvos)

ŠUOLIS ATGAL?
Blusos sparnų neturi ir, kaip matyti iš šio mikroskopu daryto vaizdo, negali skraidyti, bet jos išsivystė iš skraidančiųjų vabzdžių. Kodėl jos prarado sparnus, kuriems susiformuoti prireikė milijonų metų? Atsakymą rasime panagrinėję blusos gyvenseną – sparnai yra lengvai pažeidžiami, todėl jie buvo veikiau trūkumas negu privalumas.



Neuroptera
(auksaakės, skruzdžių liūtai)

Hymenoptera
(bitės, vapsvos, skruzdėlės, parazitinės vapsvos, pjūkleliai)

Lapidoptera
(dieniniai ir naktiniai drugiai, hesperijos)

VABZDŽIŲ EVOLIUCIJOS MEDIS
Skraidantieji vabzdžiai atsirado daugiau kaip prieš 300 milijonų metų ir iš jų greitai išsirutuliojo labai daug įvairių formų. Kaip matyti iš šios schemos, kai kurios šakos išnyko. Šiandien yra mažiausiai 28 skirtingi vabzdžių būriai, iš jų 14 iliustruoti šiame puslapyje. Kai kurie yra labai įvairūs – Coleoptera (vabalų) būriui priklauso daugiau kaip 30 000 rūšių. Kaip rodo blusos atvejis, evoliucija susijusi ne su pažanga, bet su prisitaikymu ir išlikimu. Nors gyvūnai neretai tampa didesni ir sudėtingesnės sandaros, tokia akivaizdi „pažanga“ iš tikrųjų yra tik šalutinis poveikis. Didžiausi kada nors gyvenę vabzdžiai – laumžirgiai, kurių išskleistų sparnų tarpugalis siekė 70 cm, – išnyko prieš milijonus metų.

Dictyoptera
(tarakonai)

Dermaptera
(auslindos)

Phasmida
(maldininkai, gyvalazdės ir lapiniai vabzdžiai)

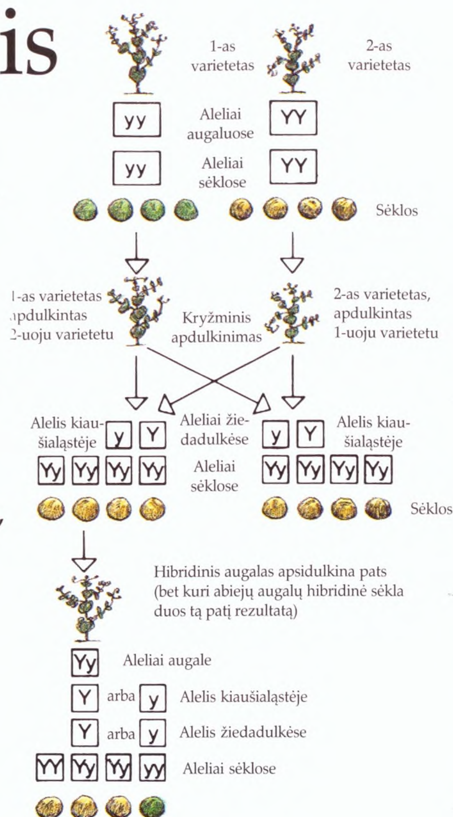
Coleoptera (vabalai)

Orthoptera
(žiogai, skėriai)



GREGORAS MENDELIS
Mendelis buvo talentingas neturtingo valstiečio sūnus. Mokslus jis galėjo tęsti tik įstodamas į vietinį vienuolyną. Daugelis jo bendramokslių vienuolių buvo aistringi mokslininkai.

Gregoras Mendelis



GREGORAS MENDELIS (Mendel; 1822–1884) buvo vienuolis ir fizikas. Kai kurie iš jo bendramokslių vienuolių buvo javų selekcininkai. Norėdamas padėti jiems pagerinti auginamus javus Mendelis pradėjo tirti paveldimumą. Būdamas fizikas jis ieškojo paprastų dėsnių, kuriuos būtų galima išreikšti matematiškai, ir tai pasirodė besąs puikus būdas paveldimumui nagrinėti. Mendelis tyrė alternatyvius požymius, tokius kaip žirnių sėklų spalva. Kiti mokslininkai skyrė dėmesį požymiams, kurie palikuonyse, rodės, susilieja, pavyzdžiui, dydžiu. Nors šie požymiai yra dažnesni, juos kur kas sunkiau tirti. Mendelio rezultatai, paskelbti 1865 m., liko nesuprasti iki pat 1900 m., kai mokslininkai vėl pakartojo tuos pačius atradimus. Gimė mendelizmas, o 1909 m. Mendelio atrastos „paveldėjimo dalelės“ buvo pavadintos genais (p. 52). Iš pradžių atrodė, kad mendelizmas prieštarauja darvinizmui, nes alternatyvūs požymiai nesukurtų nežymių pakitimų, kuriuos galėtų veikti gamtinė atranka. XX amžiaus 3 dešimtmetyje buvo suvokta, kad daugumą požymių valdo dešimtys genų, kurių kiekvienas atskirai pasireiškia menkai, bet visi drauge jie daro didelį poveikį. Dauguma tų genų, kurie kontroliuoja kokį nors požymį, pavyzdžiui, dydį, gali lemti nežymius skirtumus, bet kiekvienas atskiras genas elgiasi lygiai taip pat, kaip ir genas, lemiantis alternatyvų požymį. Mendelizmo idėjos neabejotinai rėmė Darvino mintis ir jos buvo išplėtotos naujoje teorijoje – neodarvinizme.

MINIATIŪRINIAI MEDŽIAI
Bonsų, kaip ir atšiauriomis natūraliomis sąlygomis augančių medžių, pavyzdys rodo, kokį didelį poveikį tokiam požymiui kaip dydis turi išorinės jėgos. Žaliavos parūpina medžio genai (jo genotipas), bet tai, ką medis patiria, turi įtakos medžio formai (fenotipui). Tiriant paveldimumą svarbu atkreipti dėmesį į požymius, kurių neveikia išoriniai veiksniai, arba išlaikyti išorinius veiksnius visiškai vienodus.



Medis, kurio augimas buvo sustabdytas smarkiai genint

Kukmedis bonsas, mažiau kaip 30 cm aukščio

Įprastinio dydžio kukmedžio, užaugančio iki 25 m aukščio, šaka

Genų atradimas

Mendelis dirbo su augalų varietetais (skirtingais tipais tos pačios rūšies viduje). Jis kryžmino tuos varietetus, kurie turėjo aiškius, kontrastingus požymius, tokius kaip sėklų spalva. Rezultatai parodė, kad paveldimumas nėra požymių susiliejimas, bet yra susijęs su atskirais vienetais, kurie vadinami genais.

ŽIRNIŲ KRYŽMINIMAS *(kairėje)*
Mendelis kryžmino žaliasėklių žirnių varietetą su geltonsėklių žirnių varietetu. (Žirnių žiedai paprastai apsidulkina patys, bet juos galima apdulkinti ranka žiedadulkėmis nuo kito augalo.) Visos po kryžminimo gautos sėklos buvo geltonos. Tos sėklos buvo pasodintos ir augalams buvo leista apsidulkinti patiems. Jie užaugino geltonus ir žalius žirnius, kurių spalva pasiskirstė santykiu 3:1. Šis santykis atskleidžia, kas vyksta augalų viduje. Kaip suprato Mendelis, turi būti paveldimumo dalelės (dabar vadinamos genais), kurios nesidalija ir nesusilieja. Šiuo atveju yra vienas genas, lemiantis sėklų spalvą, bet du skirtingi geno variantai (arba aleliai). Vienas alelis koduoja geltoną spalvą, antrasis – žalią. Kiekvienoje sėkloje yra du aleliai, ir jeigu jie yra skirtingi, tai sėkla būna geltona: geltonos spalvos alelis (vadinamas dominantiniu) nustelbia žalios spalvos alelio (vadinamo recesyviniu) poveikį. Kiekviena sėkla vieną alelį gauna iš žiedadulkių ir vieną – iš kiaušialąstės.



Raudonas rašalas



Mėlynas rašalas



Raudonas ir mėlynas rašalas sumaišyti, kad gautųsi purpurinė spalva

SUSILIEJANČIOS SAVYBĖS
Sukryžminus augalą raudonais žiedais su mėlynus žiedus turinčiu augalu, palikuonis paprastai turi purpurinius žiedus. Atrodo, kad rezultatas panašus, kaip sumaišius skirtingų spalvų rašalą.



Skirtingų spalvų rašalo atskirti negalima

ATSISKIRIANČIOS DALELĖS *(žemiau)*
Iš tikrųjų paveldimumas priklauso nuo dalelių, vadinamų genais, tačiau dauguma požymių yra susiję su dešimtimis genų, o ne vienu, kaip žirnių spalvos genas. Kiekvienas genas pasireiškia menkai, bet visi drauge jie daro didelį poveikį. Raudonų ir mėlynų karoliukų mišinys rodo, kaip bendras daugelio genų veikimas gali duoti rezultatą, kuris primena susiliejantį paveldimumą, bet šis rezultatas yra tik paviršutiniškas. Pasodinus hibridus purpuriniais žiedais galima vėl gauti augalus mėlynais bei raudonais žiedais. Kaip ir karoliukus, genus galima vėl atskirti.

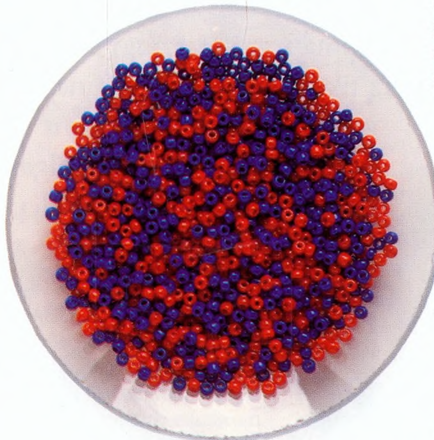


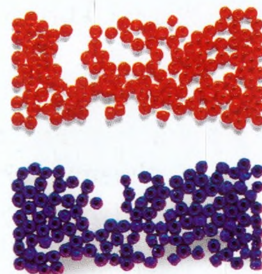
Raudoni karoliukai



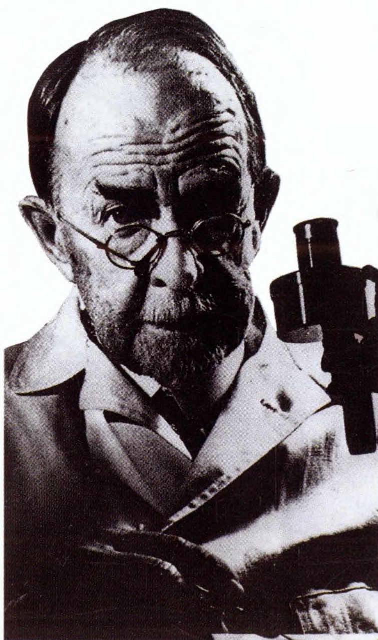
Mėlyni karoliukai

Raudoni ir mėlyni karoliukai sumaišyti, kad gautųsi purpurinė spalva; kiekvienas karoliukas reiškia vieno geno atskirą alelį, lemiantį žiedo spalvą





Kitaip negu sumaišytą skirtingų spalvų rašalą, skirtingus spalvotus karoliukus galima vėl atskirti



T. H. MORGANAS (1866–1945)
Tomas Hantas Morganas (Morgan) vaisines museles pradėjo tirti 1907 m. 1911 m. jis įrodė, kad genai išsidėstę chromosomose. Jo darbas padėjo išaiškinti, kad beveik visus požymius lemia daug genų.

UŽAUGINTOS STIKLAINIUOSE
Tirti vaisines museles *(Drosophila)* kur kas lengviau negu augalus. Jas galima laikyti stiklainiuose, vaisinės muselės greitai veisiasi, o jų genuose dažnai vyksta spontaniški pokyčiai, vadinami mutacijomis. Dirbant su šiomis muselėmis Morganui pavyko nustatyti specifinę kiekvieno geno buvimo chromosomoje vietą, arba „lokusą“. Chromosomos yra išsidėsčiusios branduolyje, kuris yra ląstelių viduryje.



Normali muselė



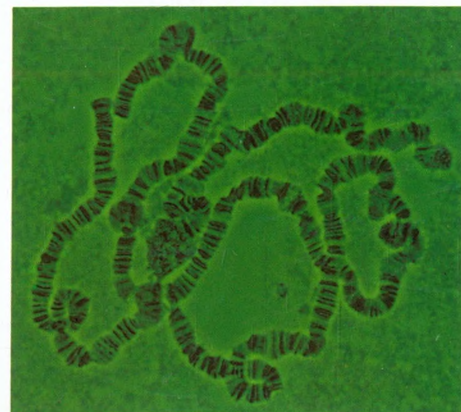
Mažytė mutantinė vaisinė muselė



Šios vaisinės muselės yra trys mutacijos



Normali muselė



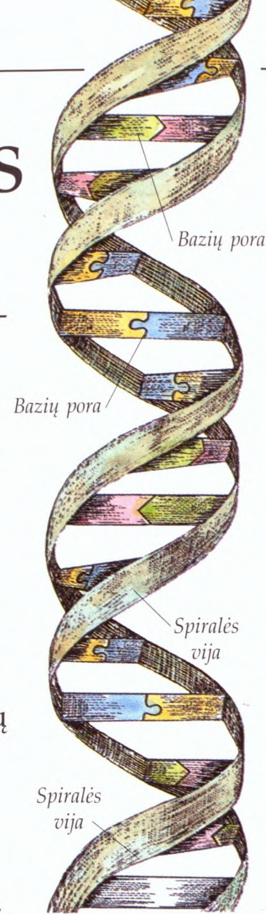
GENŲ VIETA
Vaisinės muselės naudingos genetikams dar vienu požiūriu – jų seilių liaukose yra milžiniškos chromosomos, kurias dėl dydžio lengviau tirti negu normalias chromosomas. Kiekviena linija chromosomose atitinka individualią geno vietą, arba lokusą. Dabar žinoma, kad genai susideda iš DNR (p. 52).

DNR mįslės įminimas

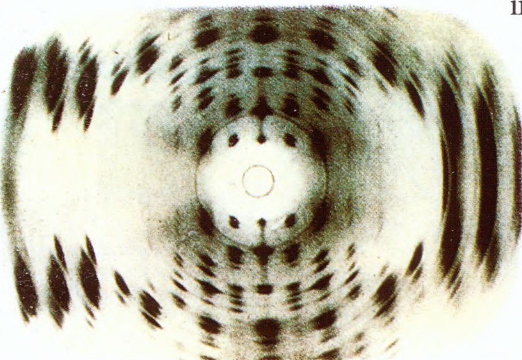


RENTGENO VAIZDAS
Rozalinda Franklin (Franklin; 1921–1958) naudodama rentgeno difrakciją tyrė DNR kristalus. Pro kristalą praėjusių rentgeno spindulių išsisklaidymo ypatybės parodo kristale esančios molekulės sandarą ir chemines savybes. Rozalindos Franklin gautos fotografijos patvirtino ankstesnes teorijas apie DNR, kad jos molekulė iš tikrųjų yra dviguba spiralė.

IKI XX AMŽIAUS 3 DEŠIMTMEČIO jau tapo aišku, kad chromosomose (p. 51) yra genai. Buvo atrasta, kad chromosomose yra deoksiribonukleorūgštis (DNR) ir baltymas, bet niekas nežinojo, kuris iš jų yra paveldėjimo medžiaga. Džeimsas Votsonas (Watson; g. 1928) ir Fransis Krikas (Crick; g. 1916) spėjo, kad tai buvo DNR; jie tikėjosi, kad išsiaiškinę jo struktūrą galės suprasti paveldimumą. Jie buvo matę DNR rentgeno fotografijas ir žinojo įvairių jos komponentų formą bei chemines savybes. Pasinaudodami visa šia informacija jie bandė išaiškinti DNR struktūrą sudarydami modelius. Sėkmė atėjo 1953 m. Kaip jie ir tikėjosi, DNR struktūra atskleidė, kaip pasireiškia paveldimumas. Molekulė yra panaši į spirale susuktas kopėčias. Kopėčių skersiniai susideda iš cheminių junginių, vadinamų bazėmis, po dvi vienam skersiniui (vadinamų bazių poromis). Yra keturi skirtingi bazių tipai (adeninas, timinas, citozinas ir guaninas). Svarbiausias Votsono ir Kriko laimėjimas buvo tas, kad jie išaiškino, jog adeninas gali sudaryti porą tik su timinu, o guaninas – tik su citozinu. Jie suvokė, kad tai galėtų leisti DNR dalytis ir tuo pačiu tobulai save nukopijuoti ir kad bazių seka išilgai molekulės galėtų savyje turėti genetinę informaciją.



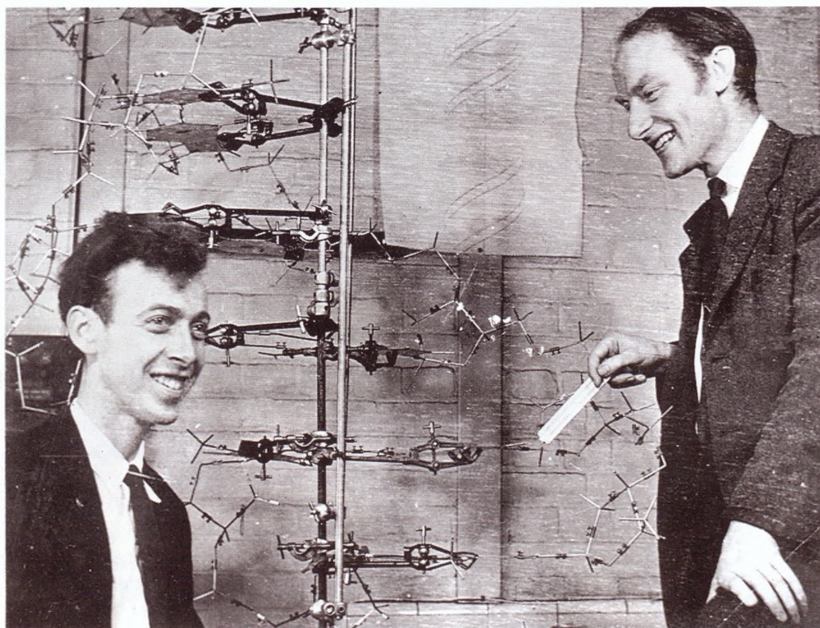
DVIGUBOJI SPIRALĖ
Šioje iliustracijoje parodytos skirtingos bazių poros, kurios sudaro DNR molekulės skersinius. Kiekviena bazė jungiasi tik su ta pačia kita baze.



MOLEKULIŲ FOTOGRAFIJA
Rozalindos Franklin padarytos rentgeno difrakcijos fotografijos taip pat parodė, kad DNR molekulės cukraus ir fosfato vienetai yra spiralės išorėje. Tai buvo labai svarbi informacija Votsonui ir Krikui.

GYVYBĖS VIJOS
Kad galėtų save nukopijuoti, DNR molekulė pasidalija. Skiriantis bazių poroms abi spiralės vijos pamažu atsiskiria. Tada kiekvienoje vijoje naujos bazės sudaro poras su jau esamomis bazėmis. Tas faktas, kad kiekviena bazė gali sudaryti porą tik su ta pačia kita baze, užtikrina, kad kiekviena pradinės spiralės pusė tampa tikslia visos pradinės spiralės kopija. Štai taip paveldėjimo informacija perduodama iš vienos kartos į kitą. Tačiau kopijuojant retkarčiais padaroma klaida ir dėl to atsiranda genetinė mutacija (p. 32). Mutacijos gali pateikti evoliucijai vertingos medžiagos.





PRIZINIS MODELIS *(kairėje)*
Tai dalis DNR molekulės modelio originalo, kurį 1953 m. sukūrė Džeimsas Votsonas (kairėje) ir Fransis Krikas (dešinėje). Bazių poros, arba skersiniai, išsidėsčiusios išilgai DNR molekulės, regis, atsitiktine seka. Iš tikrųjų bazių seka yra kupina informacijos ir gali būti išversta pagal genetinį kodą.

Cukraus molekulė

Fosfato molekulė

Cukraus molekulė

Bazė

Bazė

Susijungusios molekulės, kurios sudaro vieną DNR spiralės viją

Antroji spiralės vija

GENETINIS KODAS
Iš šio DNR molekulės dvigubosios spiralės šiuolaikinio modelio matyti, kad dvi ilgos vijos, kurios sudaro spiralės „stuburą", susideda iš identiškų cukraus ir fosfato molekulių. Skiriasi tik bazės. Pradedant tam tikra spiralės vieta kiekviena trijų bazių grupė veikia kaip „kodonas" ir išsiverčia į tam tikrą aminorūgštį. Ilga aminorūgščių gija, kuri susidaro skaitant tokiu būdu, sudaro baltymo viją. Kiekvienas genas susideda iš tūkstančių bazių ir kodų vieno baltymo vienai vijai. Į šių baltymų sudėtį įeina tūkstančiai skirtingų fermentų, kurie valdo visas kūne vykstančias chemines reakcijas. Tokios reakcijos veikia augimo, judėjimo, virškinimo ir visus kitus gyvybinius procesus, taip pat lemia elgseną. Duodama „įsakymus" fermentų ir kitų baltymų forma DNR reguliuoja organizmų gyvybines funkcijas.

Gilės



NUODINGOS GILĖS
Dėl skirtumų DNR molekulėje Europos paprastosios voverės yra mažiau įmitusios negu Šiaurės Amerikos pilkosios voverės. Pilkosios voverės turi fermentą, kuris suskaido gilėse esančius toksinus, todėl žiemą jos gali maitintis gilėmis. Paprastosios voverės neturi DNR šiam fermentui susidaryti, todėl gilės joms nėra visavertis maistas. Didžiojoje Britanijoje jos beveik išnyko, daugiausia dėl konkurencijos su įvežtomis pilkosiomis voverėmis.

PAVELDĖTAS RAŠTAS
Himalajinio triušio kailio raštas yra genų mutacijos pasekmė. Mutacija verčia fermentą, gaminantį tamsų pigmentą (melaniną), aukštesnėje temperatūroje suirti. Šis fermentas veikia tik vėsesnėse kūno vietose, tokiose kaip ausys ir letenos. Tai reiškia, kad melanino yra tik šiose vietose.



Himalajinis triušis

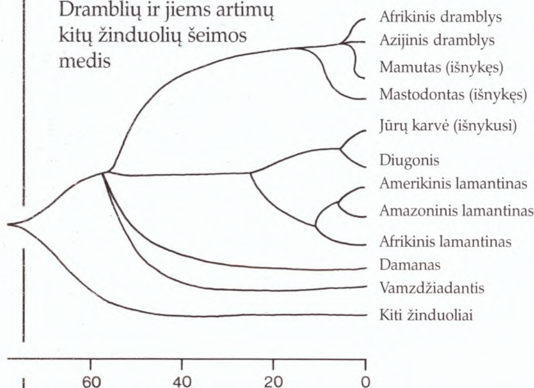
Molekuliniai įrodymai



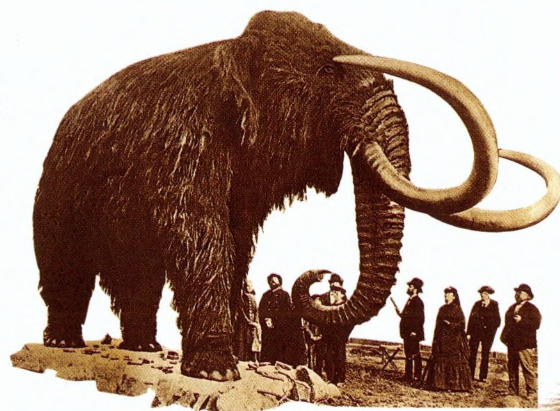
DNR ATSPAUDAI
DNR lyginimas – naudingas būdas išaiškinant, kaip artimai giminingi yra dabar gyvenantieji organizmai. Čia dviejų vaikų (C ir C) DNR yra lyginama su abiejų jų tėvų (M ir F) DNR. Šis metodo variantas vadinamas DNR atspaudų gavimu. Jį galima panaudoti, pavyzdžiui, nustatant vaiko tėvą. DNR atspaudus taip pat galima paimti iš kraujo dėmių – jie kartais padeda išaiškinti nusikaltėlius.

VOTSONUI IR KRIKUI paskelbus savo darbus (p. 52) mokslininkai ir toliau tiria DNR. Jie atrado, kad pati DNR ir jos gaminami baltymai turi labai svarbių evoliucijos įrodymų. Jeigu iš bendro protėvio išsivysto dvi naujos rūšys, jų DNR, taigi ir baltymų molekulės, pradeda pamažu kisti ir atsiranda skirtumų. Skirtumų skaičius yra proporcingas laikui, nuo kada rūšys atsiskyrė. Šis atradimas buvo padarytas XX amžiaus 7 dešimtmetyje, o galimą aiškinimą pasiūlė japonų mokslininkas Motoo Kimura. Jis iškėlė mintį, kad daugelis mutacijų (p. 32) neturi nei gero, nei blogo poveikio. Jis pavadino jas neutraliomis mutacijomis. Tokia mutacija galėtų pakeisti vieną iš aminorūgščių baltymo molekulėje (p. 53) nedarydama įtakos organizmo viduje baltymo atliekamam darbui. Dėl Kimuros teorijos vis dar ginčijamasi, tačiau faktas, kad mutacijos kaupiasi reguliariu greičiu, nekelia jokių abejonių. Tai tarsi organizmo viduje esančios molekulės savyje turėtų pastoviai tiksintį laikrodį, kuris kuria praeities metraštį. Tą galima panaudoti norint patikrinti evoliucijos medžių, sudarytų remiantis fosilijomis arba dabar gyvenančių organizmų sandaros palyginimais, tikslumą. Šis nepriklausomas įrodymų šaltinis didžia dalimi patvirtina jau sukurtus evoliucijos medžius ir rodo, kad mokslinės idėjos apie evoliuciją yra teisingos.

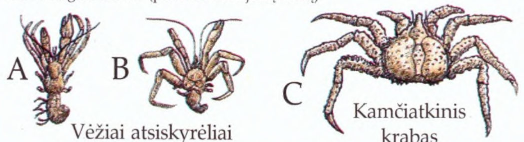
SMARKIAI UŽŠALĘS
Įšalusioje Sibiro žemėje kartais randami jau išnykusių mamutų kūnai. Šiose liekanose vis dar yra DNR, tačiau ji iš dalies jau būna suirusi. Šią senų laikų DNR galima palyginti su mamutui giminingo dramblio DNR.



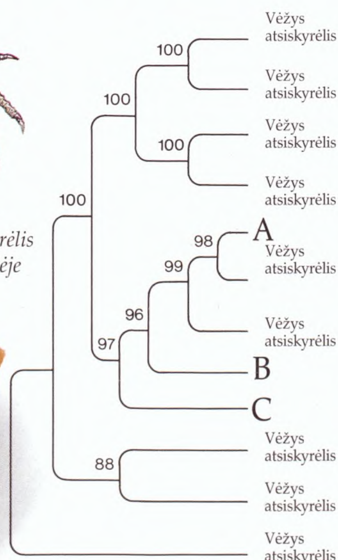
BALTYMAI IŠ PRAEITIES
Vienas paprastas baltymų lyginimo būdas yra imuninės sistemos panaudojimas. Ji padeda gyvūnams gintis nuo ligų. Imuninė sistema labai specifiškai reaguoja į svetimas medžiagas, todėl paskiepijus gyvūną, pavyzdžiui, triušį, iš dramblio paimtais baltymais, jo imuninė sistema taip pat reaguos ir į dramblio giminaičio, pavyzdžiui, mamuto, baltymus, tik ne taip stipriai. Kuo artimesnis giminingumas, tuo stipresnė reakcija. Šitaip buvo sudarytas dramblių ir jų artimų giminaičių šeimos medis (kairėje).



Gerai išsilaikęs mamutas iš Sibiro



Vėžys atsiskyrėlis kriauklėje

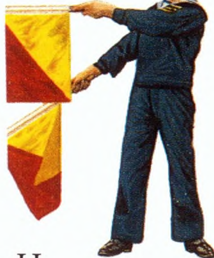


TEORIJOS PATIKRINIMAS
Vėžiai atsiskyrėliai yra maži, todėl įsikuria moliuskų kriauklėse, be kurių negalėtų išsiversti. Dėl įpročio gyventi spirale susisukusiose kriauklėse užpakalinė jų kūno dalis – pilvelis – yra išlenkta į vieną pusę. Kamčiatkiniai krabai yra dideli ir niekada negyvena kriauklėse, tačiau zoologai spėjo, kad jie išsivystė iš vėžių atsiskyrėlių, nes jų pilvelis šiek tiek asimetriškas, kaip ir vėžių atsiskyrėlių. Kai buvo sukurtas DNR lyginimo metodas, zoologams atsirado galimybė patikrinti šią teoriją. Jie paėmė DNR iš daugelio skirtingų vėžių atsiskyrėlių rūšių ir iš kamčiatkinių krabų. Palyginimai parodė, kad kamčiatkiniai krabai iš tiesų labai artimai giminingi vėžiams atsiskyrėliams (kairėje). Kalbant apie mamutus, dramblius ir jūrų karves DNR patvirtino tai, kas jau ir buvo nustatyta remiantis tradiciniais įrodymais.













PASAKYK TAI SU VĖLIAVĖLĖMIS
Dviejų vėliavėlių signalizacijos sistema, kaip ir dauguma kodų, yra sutartinis dalykas. Nėra jokios priežasties, kodėl kaire ranka ištiesta vėliavėlė turėtų reikšti „F", bet visi, naudojantys šį kodą, žino, kad ji reiškia būtent „F". Taip ir genetinis kodas, kuriuo DNR išverčiama į baltymą, yra sutartinis dalykas. Trys bazės DNR molekulėje, citozinas-citozinas-guaninas (tokia seka) baltymo vijoje koduoja aminorūgštį proliną. Vis dėlto, nėra jokios priežasties, kodėl jos turėtų koduoti proliną, o ne kurią nors kitą aminorūgštį.

Žinduolis







Pintis

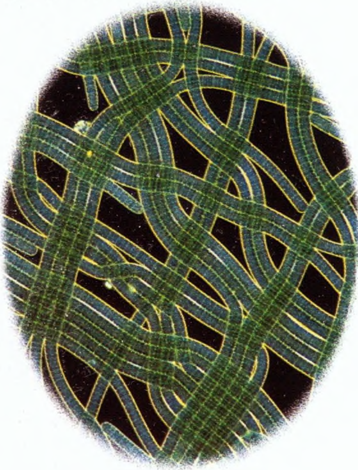
VIENAS KODAS VISIEMS
Labai svarus evoliucijos įrodymas yra tai, kad visi gyvi organizmai – nuo vabzdžių iki grybų ir nuo žmogaus iki viruso – turi tą patį genetinį kodą (p. 53). Jeigu iš pat pradžių buvo daugiau negu viena gyvybės forma, tai kodėl jos visos turėjo priimti kaip tik šį vienodą kodą, kuriame kiekvienas kodonas (trys DNR bazės) įgavo nustatytą, bet visiškai tą pačią sutartinę reikšmę? Kita vertus, jeigu visos gyvybės formos yra kilusios iš vieno protėvio, tai įgauna prasmę. Sykį kodui įsitvirtinus būtų labai sunku kode atsirasti kokiems nors pokyčiams, nes jie pakeistų visą sistemą, padarydami baltymų gamybą neįmanomą. Matyt, šis kodas atsirado labai ankstyvoje gyvybės raidos stadijoje. Fosilijos rodo, kad pačios pirmosios gyvybės formos buvo bakterijos (p. 56), taigi, galimas daiktas, kad jos ir „sukūrė" genetinį kodą, kurį dabar turi visi gyvi organizmai.

Gyvybės kilmė



ENERGIJOS INDĖLIS
Gyvuose organizmuose randamos cheminės medžiagos kur kas sudėtingesnės už medžiagas, randamas uolienose arba ore. Kad iš paprastų molekulių atsirastų sudėtingos, reikia energijos. Šios energijos galimas šaltinis pirmykštėje Žemėje buvo žaibas.

KAIP ATSIRADO GYVYBĖ? Ar galėjo ji atsirasti iš negyvos medžiagos vykstant paprastiems cheminiams procesams? Pačios seniausios fosilijos yra bakterijų ląstelės, kurių amžius 3,8 milijardų metų. Nėra jokių svarių įrodymų, kaip iki tol vyko gyvybės evoliucija, todėl mokslininkams šiuos klausimus tenka aiškintis kitais būdais. Vienas iš jų yra bandyti atkurti sąlygas, buvusias pirmykštėje Žemėje. Tokie eksperimentai pirmą kartą buvo atlikti XX amžiaus 6 dešimtmetyje ir, daugelio žmonių nuostabai, buvo lengvai gautos tam tikros cheminės medžiagos, kurios randamos tik gyvuose organizmuose, tarp jų baltymų statybiniai blokai – DNR ir RNR (į DNR panaši molekulė, dalyvaujanti baltymų gamyboje). Jeigu tokios sudėtingos molekulės, kaip šios, galėjo spontaniškai atsirasti prieš milijardus metų, tai kodėl jos to nedaro šiandien? Taip yra todėl, kad dabartinės sąlygos yra visiškai kitokios. Bet svarbiausia tai, kad ore yra deguonies, tuo tarpu tada Žemės atmosferoje jo beveik nebuvo. Pirmykštėje Žemėje, susidarius sudėtingiems cheminiams junginiams, prieš jiems tampant tikrais gyvaisiais organizmais būtų reikėję kelių svarbių žingsnių. Kai kurių mokslininkų nuomone, pirmasis svarbiausias žingsnis buvo RNR molekulės susiformavimas, kuri gebėjo tiksliai save nukopijuoti. Neseniai mažos tokio tipo molekulės buvo sukurtos laboratorijoje. Antrasis svarbus žingsnis buvo ryšio tarp RNR ir baltymų susidarymas bei genetinio kodo sukūrimas (p. 55).



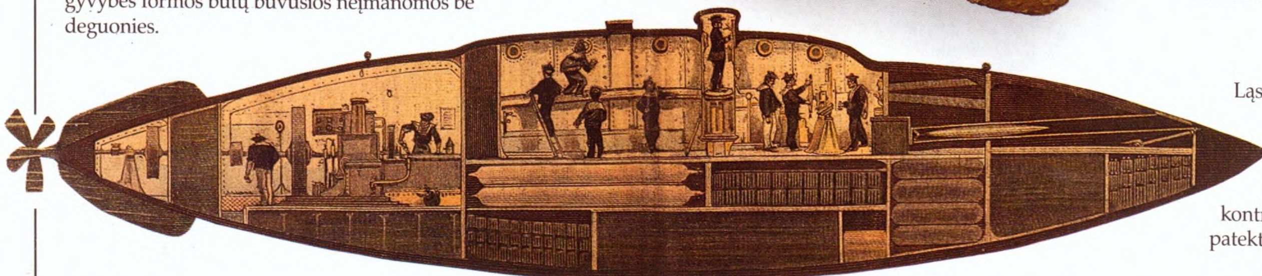
PRASIDEDA SAVARANKIŠKUMAS
Pirmosios bakterijos tikriausiai gyveno maitindamosi sudėtingomis cheminėmis medžiagomis, kurios vis dar buvo gaminamos, tačiau laikui bėgant jos suvartodavo daugiau negu buvo pagaminama. Ištekliams išsekus daugelis bakterijų turbūt išmirė, bet atsirado kitos, kurios pačios galėjo pasigaminti maisto. Joms priklausė melsvabakterės, arba melsvadumbliai (kairėje).



ŽINGSNIAI GYVYBĖS LINK
Šiandien beveik visos gyvos būtybės susideda iš ląstelių. Sunku pasakyti, kada gyvi organizmai tapo ląsteliniais. Vieni teoretikai teigia, kad pačios pirmosios gyvybės formos buvo plikos RNR molekulės, visai neturėjusios membranos. Kiti mano, kad pirma, dar anksčiau už RNR, atsirado tam tikra membrana. Jie nurodo, kad tam tikros didelės molekulės savaime suformuoja lašelius, kurių viduje galėtų kauptis kitos molekulės.



DEGUONIES REVOLIUCIJA
Gamindamos sau maistą kai kurios bakterijos naudoja saulės energiją, panašiai kaip augalai, ir šio proceso metu išskiria deguonies dujas. Kai prieš 2,5 milijardų metų atsirado pirmosios iš šių bakterijų, jos pradėjo gaminti deguonį, kuris pamažu kaupėsi ore. Deguonis jungėsi su uolienose esančia geležimi tuo metu sukurdamas geležies rūdos intarpus (dešinėje). Deguonis taip smarkiai pakeitė Žemės sąlygas, kad daugelis gyvų organizmų išnyko. Ilgainiui ore esančio deguonies dėka atsirado nauji, didesni ir aktyvesni gyvūnai. Tokios veiklos gyvybės formos būtų buvusios neįmanomos be deguonies.



SANDARUS VIENETAS
Ląstelė labai primena povandeninį laivą. Ląstelės membrana veikia kaip korpusas sukurdama sandarų vienetą, kuriame galima atidžiai kontroliuoti vidines sąlygas. Į ląstelę patekti ir iš jos išeiti leidžiama tik tam tikroms medžiagoms.

Gyvybės apyaušris?

XX amžiaus 6 dešimtmečio pradžioje amerikiečių chemikas Stenlis Mileris (Miller) atliko bandymus norėdamas patikrinti gyvybės atsiradimo idėjas. Iš savo aparato jis pašalino visą deguonį ir pripildė jį metanu, amoniaku, vandeniliu ir vandens garais, sukurdamas pirmykštės Žemės atmosferą. Mileris leido elektros kibirkštį imituodamas žaibo blyksnius, kurie tikriausiai galėjo būti energijos šaltinis. Bandymo pabaigoje aparate buvo sudėtingos sandaros molekulių, kurios randamos tik gyvuose organizmuose. Kol kas tik vienam eksperimentuotojui pavyko priversti šiuos statybinius blokus savaime jungtis į ilgesnes molekules, tokias kaip DNR arba RNR. Be jokios abejonės, tai buvo sekantis svarbus žingsnis gyvybės evoliucijoje.

Elektros tiekimas

Elektrodas

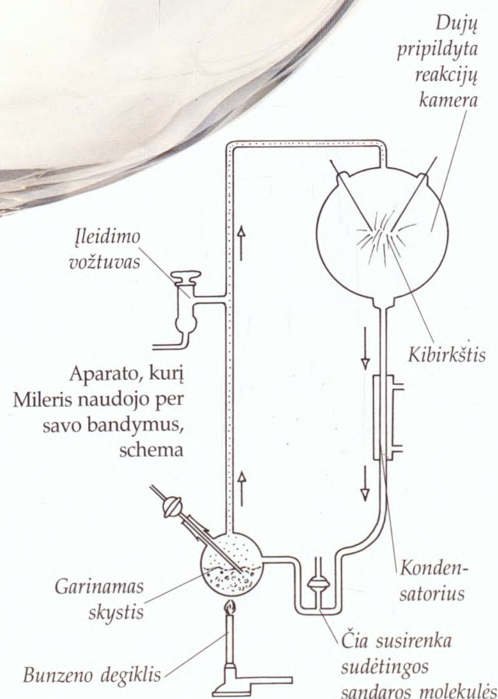
GYVYBĖS KIBIRKŠTIS
Šiame aparate elektros iškrovos kibirkštis priverčia paprastos sandaros dujas jungtis ir sudaryti sudėtingas molekules, tokias kaip aminorūgštys (randamos baltymuose) ir bazės (randamos DNR ir RNR).

Vamzdelis, kuriuo cirkuliuoja dujos

Elektrodas



MOKSLINIAI SPĖJIMAI
Stenlis Mileris, kurį čia matome dirbantį savo laboratorijoje, teigė, kad ugnikalnių išmetamos dujos tikriausiai padėjo sukurti pirmykštės Žemės atmosferą. Kiti mokslininkai su tuo sutinka, bet kai kurie nesutaria, kokios būtent buvo tos dujos. Jie žino, kad deguonies buvo mažai ir kad ore galbūt buvo vandens garų, bet daugiau duomenų apie pirmykštės Žemės atmosferą beveik nėra. Remiantis moksliniais spėjimais buvo išbandyti keli galimi dujų deriniai. Išaiškėjo, kad beveik visi jie sukuria sudėtingas chemines medžiagas, būdingas gyviems organizmams.



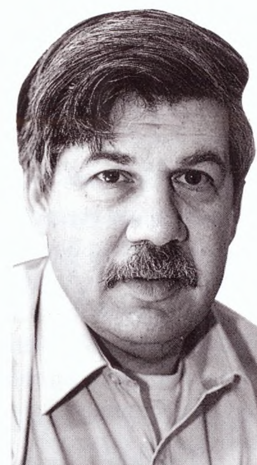
Aparato, kurį Mileris naudojo per savo bandymus, schema

Mokslas ir tikėjimas



BEŽDŽIONĖ AR ANGELAS?
Ši XIX amžiaus prancūzų karikatūra vaizduoja Darviną, panašų į beždžionę ir šokantį per lengvatikybės ir nemokšiškumo lankus, kuriuos laiko Darvino šalininkas – prancūzų fizikas ir filosofas Maksimiljenas Litrė (Littré; 1801–1881). Įrodymai, kad žmogus evoliucijos būdu kilo iš į beždžiones panašių protėvių, yra labai svarūs (p. 63), tačiau ši idėja neduoda ramybės daugeliui žmonių. Alfredas Volis (p. 36) savo mokslo ir tikėjimo dilemą išsprendė teigdamas, kad nors žmogus iš tikrųjų evoliucionavo, jo siela kilo iš kažkokio antgamtinio šaltinio.

DAUGELIS SKIRTINGŲ KULTŪRŲ turi tradicinį tikėjimą apie tai, kaip buvo sukurtas gyvasis pasaulis (p. 6). Šie tikėjimai paprastai nekelia abejonių ir nesikeičia. Mokslinės idėjos apie gyvybės istoriją yra kitokios: istorijos detalės nuolat keičiasi, nes mokslininkai dirba ieškodami naujų įrodymų, suabejodami esamomis ir bandydami sukurti geresnes teorijas. Laikui bėgant kai kurios teorijos įsitvirtina, o jų svarbiausi teiginiai priimami kaip faktas tiesiog todėl, kad juos pagrindžia daugybė įrodymų. Viena tokių teorijų teigia, kad Žemė sukasi aplink Saulę, kita, kad vyksta evoliucija. Vis dar gali būti ginčijamasi dėl smulkmenų kaip pasireiškia evoliucija, tačiau tai, kad ji iš tiesų vyksta, mokslininkams abejonių nekelia. Vienas iš būdų teorijoms patikrinti yra jas panaudoti prielaidoms daryti ir tada tas prielaidas tikrinti. Kadangi evoliucija vyksta labai lėtai, patikrinti ją tokiu būdu sunkiau negu kitas mokslines teorijas. (Dėl tos pačios priežasties mes paprastai nepastebime aplink mus vykstančios evoliucijos, net jeigu ji tęsiasi visą laiką.) Tačiau retkarčiais evoliucijos teorijas galima patikrinti gamtoje. Remiantis teorija apie tai, kaip evoliucionavo bendruomeniniai vabzdžiai, buvo padaryta prielaida apie žinduolių evoliuciją, o vėliau ją patvirtino atradimai apie plikąjį smėliarausį. Gamtinės atrankos teorijos buvo patikrintos stebint švaresnio oro poveikį beržiniams šeriasprindžiams.



MOKSLAS IR SPAUDA
Stivenas Džėjus Guldas (Gould; g. 1942) – vienas iš tų mokslininkų, kurie nuolat tikrina ir ginčija evoliucijos teorijos detales. Deja, žurnalistai dažnai nepajėgia suprasti šio mokslinio proceso ir jiems atrodo, kad visa evoliucijos idėja yra abejotina. Todėl straipsnių, kuriuose aprašomos mokslinės diskusijos, antraštės būna skambios ir klaidingos, pavyzdžiui, pateiktoji žemiau.

Darvinas neteisus, teigia mokslininkas

Mūsų specialusis korespondentas



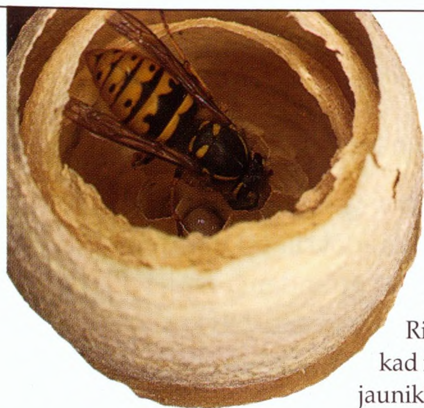
ŠVARESNIS ORAS, ŠVIESESNI DRUGIAI
Pradedant XIX amžiaus 6 dešimtmečiu pramoninėse Anglijos srityse tamsi beržinio šeriasprindžio forma pakeitė šviesesnę formą. Mokslininkai spėjo, kad taip atsitiko dėl taršos, kuri sumažino blankios spalvos drugių maskuotę. Buvo manoma, kad čia pasireiškė vabzdžialesių paukščių sukelta gamtinė atranka. Kai XX amžiaus 8 dešimtmetyje buvo priimti įstatymai taršai sumažinti, įvyko netikėtas „eksperimentas", kurio dėka mokslininkai galėjo patikrinti savo teoriją, aiškinančią tamsesnės formos įsigalėjimo priežastis. Kaip ir buvo tikėtasi, per kitus kelerius metus, kai oras pasidarė švaresnis, tamsių drugių skaičius sumažėjo, o šviesesnių padidėjo.



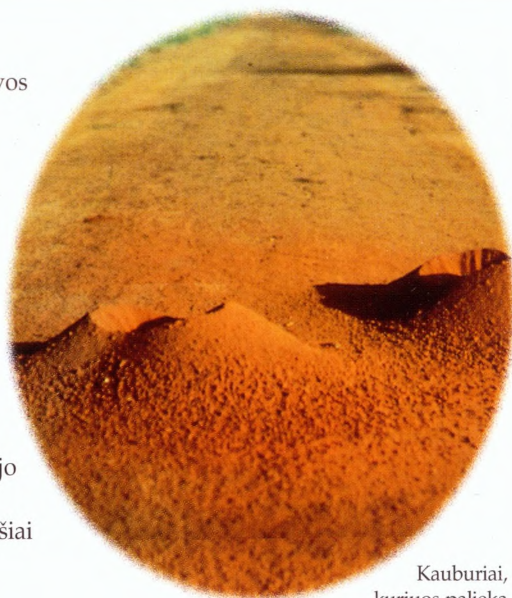
NETEISINGAME KELYJE?
Ar galėjo mokslininkai visiškai klysti dėl evoliucijos? Taip kartais pareiškia šios teorijos priešininkai. Tačiau moksle klaidingos idėjos ilgai neišsilaiko, nes teorijas patikrina bandymų duomenys. Šį teiginį patvirtino Rusijos genetiko Trofimo Lysenkos (Lysenko; 1898–1976) atvejis. Jis pritarė Lamarko idėjoms (p. 13), nes jos atitiko komunistinę ideologiją, ir Stalino laikais iškilo į valdžią. Lysenka persekiojo Mendelio teoriją (p. 50) remiančius genetikus ir daugelį metų darė poveikį genetikos mokslo plėtotei Sovietų Sąjungoje. Tačiau galiausiai Lamarko paveldimumo idėją paneigiantys įrodymai tapo tokie svarūs, kad ideologija turėjo užleisti vietą mokslui. Lysenka buvo diskredituotas ir priverstas atsistatydinti.



Mįslė ir prielaida



Bendruomeniniai vabzdžiai, tokie kaip bitės, vapsvos ir skruzdėlės, gyvena kolonijomis, kuriose viena patelė atveda visus palikuonis, o kiti kolonijos nariai rūpinasi gynyba ir maistu. Kaip galėjo išsivystyti tokie bendruomeniniai vabzdžiai, ilgą laiką buvo mįslė. XX amžiaus 8 dešimtmetyje į tai pabandė atsakyti amerikiečių zoologas Ričardas Aleksanderis (Alexander). Jis iškėlė mintį, kad iš vienos rūšies vabzdžių, kurie rūpinasi savo jaunikliais ir gyvena gerai apsaugotame lizde, į kurį atnešama maisto arba kuriame yra jo daug sukaupta, galėjo išsirutulioti bendruomeniniai vabzdžiai. Jis taip pat padarė drąsią prielaidą, kad taip galėjo išsivystyti ir bendruomeniniai žinduoliai, gyvenantys panašiai kaip ir šie vabzdžiai.



Kauburiai, kuriuos palieka tunelius rausdamas plikasis smėliarausis

VAPSVŲ LIZDAS
Vapsvos yra bendruomeniniai vabzdžiai, kaip bitės ir termitai. Kiekviena kolonija įrengia sudėtingą lizdą ir šio lizdo viduje gali saugiai įsitaisyti viena patelė, kurią maitina kitos vapsvos. Ji atveda visus jauniklius. Kitos vapsvos gina koloniją arba išskrenda ieškoti maisto. Jeigu jos žūva, jų genai perduodami kitai kartai, nes tuos genus turi ir motinėlė. Iki 1976 m. šis savotiškas gyvenimo būdas buvo žinomas tik tarp vabzdžių.



Darbininkas, renkantis maistą

NEĮTIKIMAS ŽINDUOLIS
Aleksanderis manė, kad galėtų būti žinduolis, kuriam, kaip ir bitėms, būdingas bendruomeninis gyvenimo būdas. Jis spėjo, kad jeigu toks žinduolis iš tikrųjų yra, tai jis tikriausiai gyvena ten, kur būna ilgas sausasis laikotarpis ir ten augantys augalai turi didžiulius šakniastiebius. Tas žinduolis turėtų rausti urvus ir greta šių šakniastiebių įrengti požeminę koloniją – savo „maisto tvirtovę". Ir iš tikrųjų po kelerių metų Pietų Afrikos zoologas Dženiferis Džarvis (Jarvis) atskleidė, kad Rytų Afrikos žinduolis plikasis smėliarausis gyvena būtent taip, kaip buvo numatęs Aleksanderis.

RAUSIANT AKLAI
Kaip ir vapsva darbininkė, plikasis smėliarausis darbininkas gina koloniją, atneša jaunikliams maisto arba žemėje rausia urvus ir ieško šakniastiebių, kuriais minta kolonija. Rausdamasis jis gali sučiaupti burną už priekinių dantų, kad neprisirytų žemių. Jis beveik aklas ir retai kada išlenda į dienos šviesą.

Plikųjų smėliarausių motinėlė urve

POŽEMIO KARALIENĖ
Iš visos plikųjų smėliarausių kolonijos motinėlė vienintelė veda jauniklius. Savo viešpataujančiu elgesiu ji neleidžia kitoms patelėms turėti palikuonių. Ginama stiprių darbininkų ji saugiai įsikuria giliausioje urvo dalyje (viršuje). Lizdo kameroje ji žindo jauniklius (dešinėje), kol šie užauga pakankamai dideli ir juos jau gali šakniastiebiais maitinti darbininkai.



Plikojo smėliarausio jaunikliai žinda motinėlės spenius

VIENKARTINIS DARBININKAI
Darbininkai gyvena ir miršta neturėdami palikuonių. Kai koloniją užpuola gyvatė, darbininkai gali paaukoti savo gyvybę, kad apgintų koloniją, – lygiai taip, kaip ir bitės darbininkės.



Plikasis smėliarausis darbininkas



Motinėlė yra didesnė už darbininkus

Gyvybės istorija

UOLIENŲ, FOSILIJŲ ir gyvų organizmų moksliniai tyrimai gali būti panaudoti atkuriant praeities įvykius. Šiuos tyrimus atlieka šimtai mokslininkų, dirbančių skirtingose pasaulio vietose. Detalės keičiasi, nes nuolat atrandama naujų duomenų, o mokslininkų nuomonė apie kai kuriuos specifinius dalykus nesutampa. Tačiau dėl svarbiausių įvykių, bendros evoliucijos eigos ir chronologijos yra apskritai sutariama.



KAI DAR NEBUVO GYVYBĖS
Meteoritai susiformavo tuo pačiu metu, kaip ir Žemė (p. 29). Žemės pluta sukietėjo prieš 4,5 milijardų metų, tačiau dar milijonus metų gyvybės Žemėje nebuvo. Nors apie gyvybės atsiradimo pradžią galima tik spėlioti (p. 56), pirmosios yra bakterijų fosilijos, kurių amžius maždaug 3,8 milijardų metų.



BAKTERIJŲ FOSILIJOS
Iš bakterijų išsivystė daug tipų, kuriems būdingas skirtingas maisto gavimo būdas. Kai kurios melsvabakterės (p. 56) sudaro kolonijas, kurios tokios didelės, kad matomos be mikroskopo.



JAU DIDESNI
Tiktai prekambro pabaigos fosilijose jau atsiranda keli daugialąsčiai gyvūnai. Dauguma jų priklauso Ediakaros faunai (p. 47).

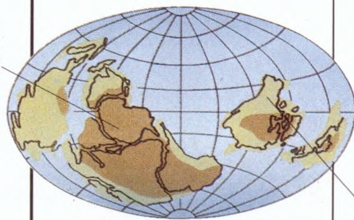


KAMBRO SPROGIMAS
Kambro periodo fosilijose staiga pasirodo labai daug daugialąsčių gyvūnų (p. 26).

BERDŽESO SKALŪNAI
Kambro uolienose aptinkama daug įvairių bestuburių gyvūnų grupių.



ŽEMYNŲ DREIFAS
Per visą gyvybės istoriją žemynai judėjo Žemės rutuliu. Keitėsi klimatas, o jūros lygis daug kartų kilo ir slūgo.





IŠLIKĘ GYVI PAPRASTI ORGANIZMAI
Šioje iškastinių samangyvių kolonijoje kiekvienoje angoje buvo po vieną mažytį gyvūną. Šiandien randami samangyviai, kaip ir daugelis kitų paprastos sandaros gyvūnų, per milijonus metų mažai tepasikeitė.





NAUTILIDAS
Ilgą kriauklę turintys nautilidai, pavyzdžiui, *Orthoceras* (p. 27), buvo vieni iš bestuburių gyvūnų, paplitusių ordoviko periodo jūrose.



SILŪRO JŪROS
Ordoviko ir silūro periode buvo plačiai paplitę gausūs primityvūs vėžiagyviai, vadinami trilobitais. Suakmenėję maitinimosi pėdsakai rodo, kad jie gyveno jūros dugne. Vėliau trilobitai išnyko. Tuo metu gyveno ir milžiniški jūriniai skorpionai – dideli, iki 2 m ilgio šarvuoti gyvūnai su didžiulėmis žnyplėmis, kurie taip pat išnyko.



ŠARVUOTOSIOS ŽUVYS
Pirmykščių žuvų kūną dengė kaulinių šarvų plokštelės, tikriausiai saugančios nuo tada gausiai paplitusių didžiųjų jūrinių skorpionų.

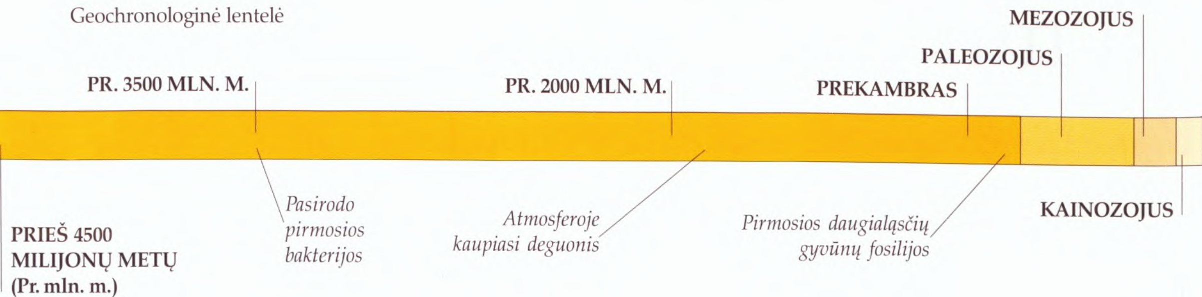
ŽUVŲ AMŽIUS
Devono periode Žemė atrodė štai taip. Klimatas buvo karštas, o jūros lygis krito. Karštis ir sausra darė įtaką evoliucijos procesui. Džiūstant upėms ir tvenkiniams susidarė sąlygos susiformuoti plaučiams ir žuvims išeiti į sausumą (p. 42). Vėliau iš vienos žuvų grupės išsirutuliojo varliagyviai. Kitų žuvų plaučiai virto plaukiojamąja pūsle.



PREKAMBRAS	KAMBRO PERIODAS	ORDOVIKO PERIODAS	SILŪRO PERIODAS	DEVONO PERIODAS
	PALEOZOJAUS ERA			

LAIKO TARPSNIS

Paprasti vienaląsčiai gyvūnai, daugiausia bakterijos, beveik 3 milijardus metų buvo vieninteliai gyvi organizmai Žemėje. Palyginti su tuo, dinozaurų išnykimas mezozojaus pabaigoje, prieš 65 milijonus metų, atrodo visai nesenas įvykis, kaip ir dabartinio žmogaus atsiradimas prieš 40 000 metų.



SUAKMENĖJĘS PAPARTIS

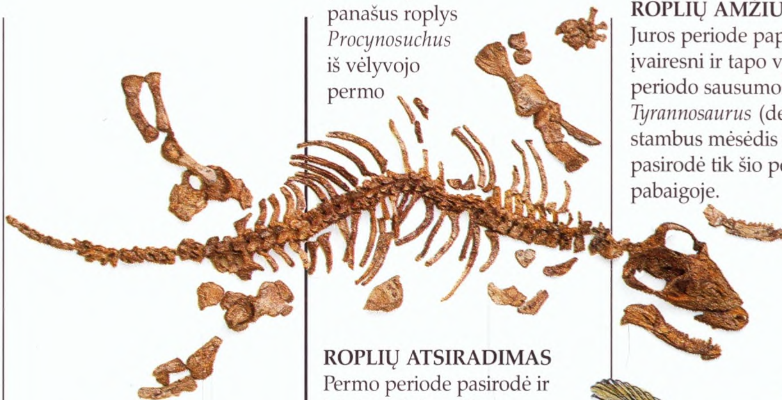
Augalai, kaip ir gyvūnai išsivystė iš bakterijų protėvių, tikriausiai vėlyvajame prekambre. Patys paprasčiausi augalai buvo vienaląsčiai dumbliai. Iš jų išsivystė jūriniai dumbliai, samanos, papartčiai, medžiai ir visi kiti praeities bei dabarties augalai.



GYVYBĖ SAUSUMOJE

Iki ankstyvojo devono gyvybė egzistavo vien tik jūroje, bet prieš pat karboną įkandin augalų sausumoje pasirodė žuvys ir vabzdžiai. Iš kai kurių žuvų išsivystė varliagyviai, kurie gyveno didžiuliuose milžiniškų asiūklių ir paparčių miškuose.





Į žinduolį panašus roplys *Procynosuchus* iš vėlyvojo permo

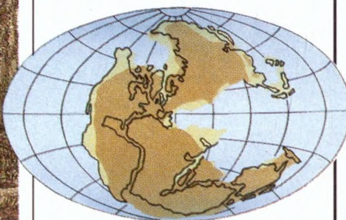


KEISTA FOSILIJA

Pleišto pavidalo varliagyvis *Diplocaulus* gyveno perme. Šioje fosilijoje trūksta kojų.

SUPERŽEMYNAS

Permo pabaigoje išmirė daugiau kaip 90% visų rūšių. Tai buvo didžiausias visų laikų masinis išnykimas (p. 46). Permo periode visi žemynai susijungę sudarė vieną milžinišką žemyną, vadinamą Pangėja.



ROPLIŲ ATSIRADIMAS

Permo periode pasirodė ir labai plačiai paplito gausybė pirmykščių, į žinduolius panašių roplių. Nemažai jų išmirė permo pabaigoje, kartu su daugeliu varliagyvių. Susidarė sąlygos naujai roplių evoliucijos fazei. Triase, kartu su dinozaurų protėviais, pasirodė ir suklestėjo labiau išsivystę, į žinduolius panašūs ropliai.



IŠLIKĘ GYVI

Iki triaso dauguma nautilidų turėjo smarkiai susisukusią kriauklę. Labiau specializuoti amonitai išnyko kreidos periodo pabaigoje, bet kai kurie nautilidai išliko.

ROPLIŲ AMŽIUS

Juros periode paplito dinozaurai. Jie pasidarė įvairesni ir tapo vyraujančiais kreidos periodo sausumos gyvūnais. *Tyrannosaurus* (dešinėje), stambus mėsėdis dinozauras, pasirodė tik šio periodo pabaigoje.





PIRMASIS PAUKŠTIS

Archeopterikso *(Archaeopteryx)* iškastinės liekanos leidžia manyti, kad paukščiai pradėjo vystytis iš dinozaurų juros periode.



VARLĖS FOSILIJA

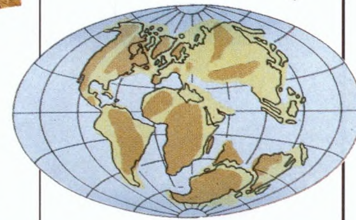
Po permo periodo varliagyviai niekada nebuvo vėl taip plačiai paplitę ar tokie įvairūs, bet jie paliko nemažai palikuonių, daugiausia mažų gyvūnų, tokių kaip varlės, salamandros, tritonai.

VEGETARAS DINOZAURAS

Iguanodontas (*Iguanodon;* žemiau), žolėdis dinozauras, buvo labai paplitęs kreidos periodo viduryje, bet vėliau išmirė. Per visą šį periodą išsirutuliojo daug naujų dinozaurų rūšių, tuo tarpu kiti išnyko.

KINTANTIS PASAULIS

Kreidos periodo pabaigoje vienintelis superžemynas suskilo ir atsiskyrę žemynai nuslinko į savo dabartinę padėtį. Mezozojaus eros pabaigoje įvyko masinis išnykimas, per kurį išmirė visi dinozaurai ir daug kitų gyvūnų.



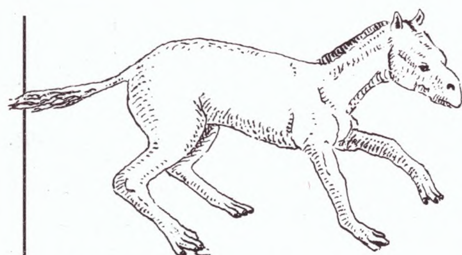
KARBONO PERIODAS	PERMO PERIODAS	TRIASO PERIODAS	JUROS PERIODAS	KREIDOS PERIODAS
PALEOZOJAUS ERA		MEZOZOJAUS ERA		

Iki mūsų dienų

PER PRAĖJUSIUS 65 MILIJONUS METŲ žinduoliai buvo viešpataujantys sausumos gyvūnai. Jų protėviai buvo maži naktiniai gyvūnai, kurie prieš 200 milijonų metų išsivystė iš į žinduolius panašių roplių. Dinozaurų amžiuje jie išliko maži ir nepastebimi, tačiau tuščioje vietoje, kurią paliko išnykę dinozaurai, žinduoliai sparčiai evoliucionavo darydamiesi didesni ir įvairesni. Tą patį galima pasakyti ir apie paukščius, tačiau jų kaulai trapūs ir retai kada suakmenėja, todėl tarp žinomų fosilijų paukščiai yra gana reti.



LEDYNMEČIO LOKYS
Šios urvinio lokio kaukolės amžius – apie 20 000 metų. Šie didžiuliai lokiai gyveno per paskutinį ledynmetį ir žiemos speigus ištverdavo miegodami urve. Kvartero periodo žinduoliai buvo labiau panašūs į dabartinius negu į terciaro žinduolius, tačiau daugelis jų buvo kur kas didesni už savo dabartinius giminaičius.



PIRMYKŠTIS ARKLYS
Hyracotherium yra seniausia į arklį panaši fosilija, kurios amžius 55 milijonai metų. Tą faktą, kad evoliucija nėra tolygus tobulėjantis ėjimas pirmyn, gerai iliustruoja arklys (p. 48) ir žinduolių evoliucija apskritai. Tačiau kai kuriose žinduolių linijose pasireiškė didesnis greitis, sumanumas arba dydis.





RUONIO PIRMTAKAS
Daugelis pirmykščių žinduolių kūno forma ir sudėjimu buvo gerokai panašūs į šunį. Pamažu iš jų išsivystė labiau specializuotos formos, tokios kaip ruoniai, elniai ir arkliai.

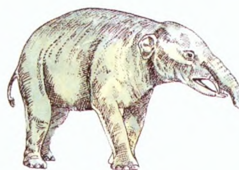
MILŽINAS MASTODONTAS
Šis slankstelis (žemiau) priklauso mastodontui (p. 14) – į dramblį panašiam gyvūnui, kuris maitinosi medžių lapais. Amerikinis mastodontas išgyveno iki kvartero periodo ir išmirė tik maždaug prieš 10 000 metų. Kaip ir daugelis kitų stambių žinduolių, kurie išmirė tuo metu, juos tikriausiai išnaikino žmogus.





ŽUVYS IR AUGALAI
Toliau evoliucionuoja ne vien tiktai vyraujantieji gyvūnai (pavyzdžiui, žinduoliai), nors jų raida mokslininkus domina labiausiai. Kainozojuje kito žuvys (viršuje), augalai (kairėje) ir kiti gyvi padarai.





LINIJOS PABAIGA
Išnykęs *Palaeotherium* yra žinomas iš šio žandikaulio ir kitų fosilijų. Tai buvo į tapyrą panašus gyvūnas.

BEVEIK DRAMBLYS
Phiomia vadinama fosilija priklauso tai grupei, iš kurios vėliau kilo drambliai, mamutai ir mastodontai.



SENOVINĖ BEŽDŽIONĖ
Proconsul buvo pirmykštė žmoginė beždžionė, gyvenusi maždaug prieš 20 milijonų metų. Žmoginės beždžionės išsivystė iš šunbeždžionių. Prieš 20 milijonų metų jos buvo labai įvairios, bet Žemės klimatui darantis sausesniam ir mažėjant miškams daugelis jų išmirė.

EVOLIUCIJOS SALOS
Žemynų atsiskyrimas padarė didelę įtaką žinduolių evoliucijai: izoliuotuose žemynuose išsivystė savitos grupės.



DANTIS IT KARDAS
Atsiradę dideli, į tigrus panašūs grobuonys su didžiuliais duriančiais dantimis galėjo medžioti lėtai judančius, storaodžius gyvūnus, tokius kaip mamutai.





Suakmenėję mioceno laikotarpio lapai

LABIAU IŠSIVYSTĘS LAPAS
Šie lapai, kurių amžius apie 20 milijonų metų, priklauso žiediniam augalui, vėliausiai išsivysčiusiai augalų formai. Šie augalai pasirodė tik kreidos periode. Iki to laiko vyravo spygliuočiai ir cikai.

IŠNYKĘS PAUKŠTIS
Tiriant milžiniškų Naujosios Zelandijos paukščių moa (p. 25) liekanas galima įsivaizduoti, kas būtų galėję atsitikti pasaulyje be žinduolių: jame būtų įsiviešpatavę paukščiai. Terciaro periodo pradžioje, kai visi žinduoliai buvo dar gana maži, vyravo paukščiai. Atsirado didžiuliai neskraidantys plėšrūs paukščiai, kurie medžiojo žinduolius.

TERCIARO PERIODAS

KAINOZOJAUS ERA

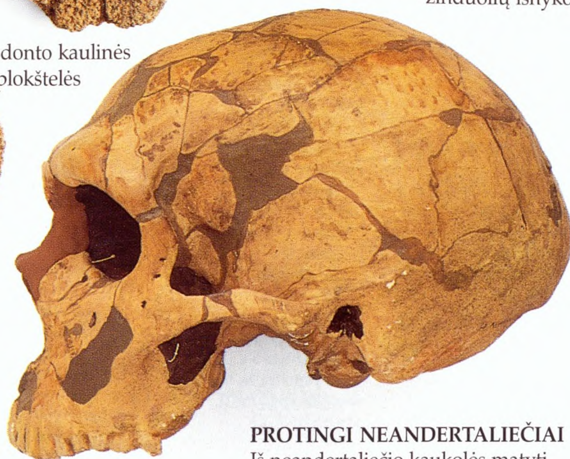


Taip, dailininko manymu, galėjo atrodyti gliptodontas

ŠARVUOTAS GYVŪNAS
Gliptodontas *(Glyptodon)*, vienas iš daugelio unikalių Pietų Amerikos žinduolių, jau yra išnykęs. Pietų Amerika ilgą laiką buvo sala, bet nuslūgus jūros lygiui vėl susijungė su Šiaurės Amerika. Dėl konkurencijos su atvykėliais iš šiaurės daugelis Pietų Amerikos žinduolių išnyko.



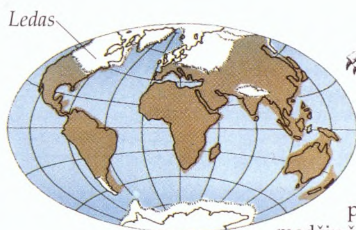
Gliptodonto kaulinės plokštelės



PROTINGI NEANDERTALIEČIAI
Iš neandertaliečio kaukolės matyti, kad jo galvos smegenys buvo mažiausiai tokio pat dydžio, kaip ir dabartinio žmogaus. Buko ir žiauraus neandertaliečio įvaizdis paremtas klaidingu kaukolės tyrimu XIX amžiuje. Vis dėlto, jie buvo labai stiprūs ir kresni ir, rodos, gerai prisitaikę prie ledynmečio klimato.

DABARTINIS PASAULIS
Iki kvartero žemynai jau buvo beveik pasiekę dabartinę savo padėtį. Tačiau jie ir toliau iš lėto juda Žemės rutuliu ir kai kuriose vietose, pavyzdžiui, Kalifornijoje, tai sukelia žemės drebėjimus. Kvartero periodu svarbus evoliucijos veiksnys buvo ledynmečiai (iš viso keturi), kurie atvėsino klimatą visame pasaulyje.





LAPŲ MĖGĖJAS
Megatherium – milžiniškas ant žemės gyvenęs Pietų Amerikos tinginys – tikriausiai maitinosi sėdėdamas ant užpakalinių kojų ir prisitraukdamas žemyn medžių šakas arba visą medį, kad pasiektų lapus.

KVARTERO PERIODAS

KAINOZOJAUS ERA

Žmogaus evoliucija

Fosiliniai duomenys pateikia aiškų vaizdą, kaip iš į beždžionę panašaus protėvio išsivystė vaikštančios stačiomis ir dideles galvos smegenis turinčios būtybės, vadinamos hominidais. Yra rasta daug kaukolių iš pereinamųjų stadijų, taip pat keli beveik pilni griaučiai. Jie rodo, kad vaikščiojimas stačiomis buvo pirmoji stadija ir kad po to galvos smegenys pamažu vis didėjo. Molekuliniai įrodymai (p. 54) liudija, kad hominidų ir žmoginių beždžionių linijos atsiskyrė maždaug prieš 5 milijonus metų. Deja, Afrikoje, kur atsirado hominidai, yra mažai šio amžiaus fosilijų turinčių uolienų, o ankstyviausios fosilijos yra maždaug 3,5 milijonų metų amžiaus. Šie hominidai jau vaikščiojo stati. Pirmosios fosilijos, kurios pagal fizinius duomenis identiškos dabartiniam žmogui, yra 40 000 metų senumo.

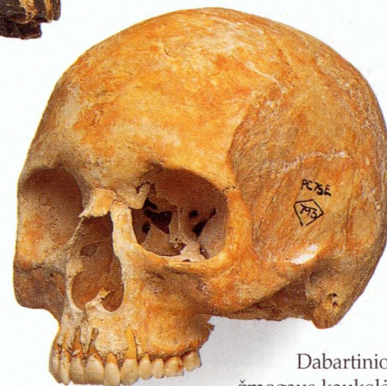


Homo erectus kaukolė



Titnago rankinis kirvis, darytas prieš 20 000 metų

ĮRANKIŲ GAMINIMAS
Iškastinės kaukolės, kaip ši *Homo erectus* kaukolė, rodo, kad žmogaus galvos smegenys palaipsniui darėsi didesnės, pradedant maždaug prieš 2,5 milijonų metų. Tuo pačiu metu gūbriai virš akių pasidarė mažesni, o veidas ir žandikaulis ėmė mažiau atsikišti. Kartu, matyt, didėjo sumanumas ir gebėjimas gaminti tobulesnius įrankius. Seniausi akmeniniai įrankiai, pagaminti Afrikoje maždaug prieš 2,5 milijonų metų, buvo paprastesni už čia parodytą rankinį kirvį.



Dabartinio žmogaus kaukolė

DIDESNĖS SMEGENYS
Didėjantis nuovokumas neabejotinai prisidėjo prie pirmykščių hominidų išlikimo. Pavyzdžiui, *Homo erectus* bendrai medžiodo stambius gyvūnus, todėl turėjo mokėti kalbėti ir būti nuovokūs. Tačiau aštrus dabartinių žmonių protas ir kūrybiškumas, atrodo, viršija tai, kas būtų galėję padėti išgyventi gamtoje. Sunku suvokti muzikinį talentą arba matematinius gabumus kaip gamtinės atrankos rezultatą. Kartais žmogaus elgesys, tiek geras, tiek blogas, iš tikrųjų yra priešingas gamtinei atrankai.



Mocartas, muzikos vunderkindas

Rodyklė

Padėka

Leidykla „Dorling Kindersley" norėtų padėkoti:
Jeremy Adams, John Cooper ir Gerald Legg iš Booth Museum, Hove; Solene Morris iš Downe House; Nick Arnold, Ian Bishop, David Carter, Sandra Champan, Paul Clark, Andy Currant, Paul Hillyard, Jerry Hookerm Robert Kruszynski, David Lewis, Tim Parmenter, Alison Paul, David Reid, Lee Rogers ir Sally Young iš Natural History Museum; Denise Blagden; Tom Kemp, Philip Powell, Monica Price ir Derek Siveter iš Oxford University Museum; Jack Challoner už patarimus ir pagalbą parūpinant objektus fotografavimui; Margaret Brown iš Medical Research Council, Cambridge; Chris Faulkes iš Institute of Zoology, London; Jim Hamill iš British Museum (Ethnographic) už suteiktą pagalbą; Sarah Ashun, Jonathan Muckley, Jane Burton, Peter Chadwick, Philip Dowell, Andreas von Einsiedel, Frank Greenaway, Derek Hall, Colin Keates, Dave King, Karl Shone ir Jerry Young už fotografijas; Deborah Rhodes už maketavimą.

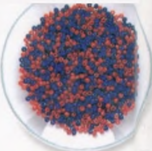
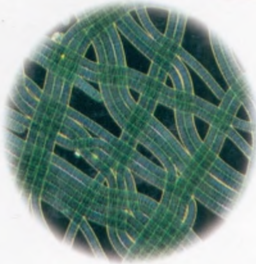
DTP vadovė Joanna Figg-Latham
Iliustracijos Stephen Bull ir Frazer May
Rodyklė Jane Parker
Leidyklos pastaba Rengiant šią knygą nė vienas gyvūnas nebuvo sužeistas ar kitaip sužalotas.

Iliustracijų šaltiniai
v = viršuje, a = apačioje, c = centre, k = kairėje, d = dešinėje
American Philosophical Society, Philadelphia 15ak.
Ancient Art and Architecture Collection 8ad; 16ad.
Bettman Archive 50ak; 57ak.
Bridgeman Art Library 20ak.
Department of Palaeontology, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels 19vd.
William Sturgis Bigelow Collection, Museum of Fine Arts, Boston 6vd.
British Library 7ak; 7ac.
British Museum 16ak.
Neil Bromhall 59cd; 59ck.
Brown Brothers 41ad.
The Syndics of Cambridge University Library leidimu 30ck.
Camera Press 52ak; 58vd.
Bruce Coleman /Stephen Bord 11vd; 35vk; Pekka Hallor 39ad; 43ad; /Konrad Wothe 47cd; /Hans Rheinard 53ad.
Mary Evans Picture Library 9ak; 10vk; 13ad; 19ck; 25ac; 42–43c; 48cd; 56ad; 61ak.
Chris Faulkes 59vd.
Werner Foreman Archive 7vk.
Giraudon 40vk.
Michael Holford 6ac; 30ak.
Hulton Deutsche Collection Ltd 13vd; 13cd; 17cd; 21ck; 28vk; 36ac; 43vd; 54cd.
Illustrated London News Picture Library 30cd.
Mansell Collection 12vk; 14vk; 17vk; 19vk; 20ck; 21cd; 29vd; 33ck; 34vd; 36vk; 41ck; 42ck; 63ad.
Professor Rory Mortimore, University of Brighton 11cd.
MRC Laboratory of Molecular Biology 53k.
Natural History Museum Picture Library 12cd; 18cd; 19vk; 24ad; 25vc.
N. H. P. A. 38vd; /Philippa Svott 39cd; 42ak.
Oxford Scientific Films 35vd; 36cd.
Peale Museum, Baltimore 15ck.
Pennsylvania Academy of Fine Arts 14vd.
Planet Earth / Richard Coomber 39ck; 47vd.
Ann Ronan at Image Select 10ak; 50vk.
Royal Society 19cv; 24vk; 29vk.
St Pauls Girsl School 52vk.
Svience Museum Photo Library 7vd.
Svience Pjoto Library /Jean Loup Charmet 16vk; 17ak; 29ck; NASA 29ac; 46cd; 50c; 50ca; 50ad; 52ck; /David Parker 54vk; /Eric Grave 56ck; /Sinclair Stammers 56cd; Jean Loup Charmet 58vk; /Novosti 58ak.
Transylvania University Library, Special Collections, Kentucky 22vk.
Professor H. B. Whittington, University of Cambridge 46vk; 47vk; 60ak.
Zefa 37ck; 49vd; 56vk.







EVOLIUCIJA



Šis įspūdingas, skatinantis mąstyti ir nepaprastai informatyvus vadovas – tai įdomus pasakojimas apie evoliuciją. Puikios spalvotos gyvūnų, augalų, kaulų, fosilijų ir mokslinių bandymų fotografijos atkuria idėjas ir atradimus, kurie pakeitė mūsų supratimą apie gyvąją gamtą.

PAMATYSITE

iš kur atsiranda naujos rūšys • kaip mokslininkai iš pradžių įsivaizdavo dinozaurus • kaip susiformuoja uolienų sluoksniai • koks Žemės amžius • kaip nelyginant bitės gyvena plikieji smėliarausiai • ką bendro turi šikšnosparniai ir delfinai

SUŽINOSITE

kaip buvo tikėta magiškomis fosilijų galiomis • kodėl pandos turi netikrą nykštį • kodėl arkliai turi kanopas • kas nutiko per ledynmetį • kaip žuvys virto varliagyviais

IŠSIAIŠKINSITE

kaip jūrinių moliuskų kriauklės atsidūrė aukštai kalnuose • kodėl paukščiai neturi dantų • kodėl tokie nepanašūs atskirų žemynų gyvūnai • kaip išsirutuliojo pirmieji skraidantieji gyvūnai

ir daug kitų įdomybių





ISBN 9986-02-996-1





A DORLING KINDERSLEY BOOK